



Kajian Risiko Bencana Kekeringan di Kabupaten Indramayu

Dimas Okhy Wiranta^{1*}, Alpriyanto Situmorang²

dimasokhyw@gmail.com, Institut Teknologi Bandung^{1*}

alpriyantositumorang@ipdn.ac.id, Institut Pemerintahan Dalam Negeri²

Received: 13-11-2025, Accepted: 29-12-2025; Published Online: 31-12-2025

***Corresponding Author**

ABSTRAK

Perubahan iklim global telah meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrem, termasuk kekeringan yang berdampak signifikan terhadap sektor pertanian dan ketersediaan air di wilayah pesisir utara Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat bahaya, kerentanan, dan risiko bencana kekeringan di Kabupaten Indramayu, serta memproyeksikan kondisi tahun 2031 berdasarkan model iklim MIROC6 dengan dua skenario, yaitu SSP2-4.5 dan SSP5-8.5. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan dukungan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), yang mengintegrasikan parameter curah hujan, suhu udara, jenis tanah, penggunaan lahan, kelerengan, kepadatan penduduk, kebutuhan air, serta kapasitas adaptasi wilayah. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi proyeksi terjadi pergeseran kelas risiko kekeringan, ditandai dengan berkurangnya wilayah berisiko tinggi dan meningkatnya wilayah berisiko rendah hingga menengah, terutama pada skenario SSP5-8.5. Meskipun demikian, beberapa kecamatan seperti Gantar, Haurgeulis, Sindang, Anjatan, dan Indramayu tetap menjadi hotspot kekeringan akibat tingginya kebutuhan air dan keterbatasan kapasitas adaptasi. Penurunan sensitivitas wilayah dan peningkatan kapasitas adaptasi menunjukkan adanya pengaruh positif dari kebijakan pengelolaan sumber daya air daerah, meskipun masih terjadi ketimpangan antarwilayah. Temuan ini menegaskan perlunya strategi adaptasi yang lebih terarah dan berbasis data, penguatan kapasitas kelembagaan, serta kolaborasi lintas sektor untuk memperkuat ketahanan wilayah terhadap ancaman kekeringan di masa depan.

Kata Kunci: Perubahan iklim; risiko kekeringan; kerentanan; kapasitas adaptasi; MIROC6.

ABSTRACT

Global climate change has increased the frequency and intensity of extreme climate events, including droughts that significantly affect the agricultural sector and water availability in the northern coastal region of West Java. This study aims to analyze the levels of drought hazard, vulnerability, and risk in Indramayu Regency, as well as to project conditions for the year 2031 based on the MIROC6 climate model under two scenarios, namely SSP2-4.5 and SSP5-8.5. The study employs a descriptive quantitative approach supported by spatial analysis using Geographic Information Systems (GIS), integrating parameters such as

rainfall, air temperature, soil type, land use, slope, population density, water demand, and regional adaptive capacity. The results indicate that under projected conditions, a shift in drought risk classes occurs, characterized by a reduction in high-risk areas and an expansion of low- to medium-risk areas, particularly under the SSP5-8.5 scenario. Nevertheless, several districts—including Gantar, Haurgeulis, Sindang, Anjatan, and Indramayu—remain drought hotspots due to high water demand and limited adaptive capacity. The observed reduction in regional sensitivity and improvement in adaptive capacity suggest a positive influence of local water resource management policies, although spatial disparities persist across districts. These findings underscore the need for more targeted and data-driven adaptation strategies, strengthened institutional capacity, and cross-sectoral collaboration to enhance regional resilience to future drought risks.

Keywords: Climate change; drought risk; vulnerability; adaptive capacity; MIROC6.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang memperoleh perhatian luas, termasuk dalam Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Presidensi G20 di Bali, Indonesia (Andita & al, 2021). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa fenomena ini memicu peningkatan intensitas dan frekuensi kejadian iklim ekstrem, terutama yang berkaitan dengan suhu dan curah hujan. Apabila upaya global untuk menekan emisi tidak berjalan optimal, proyeksi menunjukkan bahwa kejadian iklim ekstrem akan terus meningkat dalam beberapa dekade mendatang, dengan frekuensi yang lebih sering, intensitas lebih tinggi, dan durasi lebih panjang (Idhar & Yuwono, 2019). Perubahan iklim tersebut membawa konsekuensi serius bagi lingkungan dan keberlangsungan hidup manusia, termasuk munculnya bencana seperti kekeringan, banjir, kenaikan muka air laut, longsor, dan gelombang tinggi (BNPB, 2016).

Dalam konteks pembangunan dan pemerintahan, kekeringan tidak hanya dipahami sebagai fenomena alam, tetapi juga sebagai persoalan tata kelola pemerintahan yang berkaitan erat dengan pengelolaan sumber daya air, perencanaan tata ruang, serta kapasitas institusional pemerintah dalam merespons risiko iklim. Kekeringan mencerminkan ketidakseimbangan antara ketersediaan air untuk konsumsi domestik, pertanian, serta aktivitas ekonomi (Adi, 2011). Karakteristik kekeringan yang bersifat gradual, berdurasi panjang, dan berdampak lintas sektro menjadikannya sebagai bencana yang menuntut peran aktif pemerintah dalam perencanaan, koordinasi antar sektor, serta pengambilan kebijakan yang adaptif (Darojati & al, 2015). Dalam perspektif tata kelola bencana, efektivitas penanganan kekeringan sangat ditentukan oleh kualitas kebijakan publik, kejelasan kewenangan, serta kemampuan institusi pemerintah dalam mengintegrasikan isu risiko iklim ke dalam proses pembangunan (Tierney, 2012); (UNDRR, 2019); (OECD, 2020).

Secara umum, kekeringan diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yaitu kekeringan hidrogeologis dan meteorologis (Adi, 2011). Kekeringan hidrogeologis terjadi ketika pasokan air tanah maupun air permukaan menurun, sedangkan kekeringan meteorologis muncul ketika curah hujan berada di bawah kondisi normal dalam suatu wilayah (Wilhite & Glantz, 1985). Dalam konteks perubahan iklim, penurunan curah hujan yang terjadi secara konsisten menjadi salah satu penyebab utama timbulnya kekeringan (Adam & Rudianto, 2017). Kondisi ini biasanya terjadi bersamaan dengan suhu udara yang berada di atas normal serta rendahnya kelembaban tanah (CMOS, 1992). Catatan ilmiah sejak abad ke-19 menunjukkan adanya tren peningkatan suhu global, yang menjadi indikator jelas pergeseran iklim. Suhu permukaan bumi dilaporkan meningkat sekitar $0,8^{\circ}\text{C}$ pada periode 1990–2005 (IPCC, 2007), dan rata-rata temperatur global diprediksi akan terus meningkat antara $1,8\text{--}4,0^{\circ}\text{C}$ sepanjang abad ini (Lakhdar & al, 2012).

Dampak perubahan iklim tersebut juga dirasakan secara nyata di Indonesia, salah satunya melalui fenomena El Niño yang menyebabkan musim kemarau lebih panjang dari kondisi normal. Penurunan curah hujan dan peningkatan suhu udara memperparah risiko kekeringan di berbagai wilayah (BBPPSLP, 2008). Salah satu wilayah yang terdampak secara konsisten adalah bagian utara Jawa Barat, khususnya Kabupaten Indramayu, yang dikenal sebagai daerah rawan kekeringan (Mamenun & Wati, 2019). Secara umum, wilayah ini mengalami periode kering hingga delapan bulan, dari April hingga November, dengan puncak kekeringan pada bulan September yang mencapai 86% dalam kategori berat (Mujtahiddin, 2014). Kondisi tersebut berdampak serius pada sektor pertanian, yang ditandai dengan tingkat gagal panen mencapai 79,8% serta luas lahan terdampak rata-rata sebesar 406 hektar per kecamatan (Estiningtyas & al, 2012). Perubahan pola curah hujan yang memperpanjang musim kemarau diidentifikasi sebagai faktor utama pemicu kekeringan di wilayah ini (Susandi & al, 2015).

Sejumlah penelitian terdahulu mengenai kekeringan umumnya memfokuskan kajian pada aspek fisik dan teknis, seperti analisis curah hujan, indeks kekeringan, serta dampaknya terhadap produksi pertanian. Di sisi lain, kajian yang menempatkan kekeringan sebagai isu tata kelola pemerintahan, khususnya dalam konteks penilaian risiko dan perumusan strategi adaptasi perubahan iklim di tingkat daerah, masih relatif terbatas (Wilhite & Pulwarty, 2017); (Keskinen & al, 2016). Selain itu, belum banyak penelitian yang secara komprehensif mengintegrasikan analisis bahaya, kerentanan, dan risiko kekeringan dengan kebutuhan kebijakan adaptasi yang kontekstual dan berbasis wilayah. Kondisi ini menunjukkan adanya

kesenjangan penelitian dalam memahami kekeringan tidak hanya sebagai fenomena iklim, tetapi juga sebagai tantangan kebijakan dan tata kelola pembangunan di tingkat lokal.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), dan risiko (*risk*) bencana kekeringan, serta merumuskan strategi adaptasi perubahan iklim yang relevan di Kabupaten Indramayu. Penelitian ini berkontribusi secara akademik dalam memperkaya kajian kebencanaan dan adaptasi perubahan iklim melalui pendekatan risiko yang terintegrasi, serta memberikan kontribusi praktis bagi pemerintah daerah sebagai dasar perumusan kebijakan dan strategi adaptasi kekeringan yang lebih efektif, kontekstual, dan berkelanjutan.

TINJAUAN LITERATUR

1. Perubahan Iklim dan Kekeringan

Perubahan iklim merujuk pada perubahan jangka panjang pola suhu, curah hujan, dan variabilitas iklim yang dipengaruhi oleh proses alamiah maupun aktivitas manusia (IPCC, 2014). BMKG menegaskan bahwa peningkatan konsentrasi gas rumah kaca, khususnya CO₂, CH₄, dan N₂O sejak Revolusi Industri, telah memperkuat efek rumah kaca dan memicu pemanasan global (BMKG, 2019). IPCC melaporkan bahwa suhu rata-rata global telah meningkat sekitar 1,1–1,2°C dibandingkan dengan kondisi pra-industri (IPCC, 2021).

Salah satu dampak utama perubahan iklim adalah meningkatnya kejadian kekeringan. IPCC mendefinisikan kekeringan sebagai kondisi kering berkepanjangan yang menyebabkan ketidakseimbangan hidrologis (IPCC, 2012). Peningkatan suhu global berkontribusi terhadap naiknya evapotranspirasi, menurunnya kelembaban tanah, dan memanjangnya musim kering (IPCC, 2021). Sejalan dengan itu, WMO menyatakan bahwa pemanasan global akan meningkatkan intensitas, frekuensi, dan durasi kekeringan di berbagai wilayah dunia (WMO, 2020). Oleh karena itu, kekeringan dapat dipahami sebagai manifestasi hidrologis perubahan iklim yang dipicu oleh gangguan keseimbangan air akibat kenaikan suhu global.

2. Risiko Perubahan Iklim

Risiko bencana dalam konteks perubahan iklim dipahami sebagai hasil interaksi antara bahaya (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*) suatu sistem ((IPCC, 2014); (UNDRR, 2015)). Risiko akan meningkat seiring dengan bertambahnya intensitas dan frekuensi bahaya iklim serta tingginya tingkat kerentanan wilayah yang terdampak. Kerangka ini juga diadopsi dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016, yang mendefinisikan risiko perubahan iklim sebagai fungsi dari $\text{hazard} \times \text{vulnerability}$.

IPCC mendefinisikan hazard sebagai potensi terjadinya kejadian iklim ekstrem akibat perubahan iklim, seperti kekeringan, suhu ekstrem, dan anomali curah hujan (IPCC, 2014), sebagaimana juga ditegaskan dalam Permen LHK (2016). Sementara itu, vulnerability menggambarkan tingkat kerentanan suatu sistem terhadap bahaya iklim yang tersusun atas tiga komponen utama, yaitu exposure, sensitivity, dan adaptive capacity (IPCC, 2014; (UNDRR, 2015)). Exposure berkaitan dengan keberadaan penduduk dan aset di wilayah rawan, sensitivity menunjukkan tingkat kepekaan sistem terhadap gangguan iklim, sedangkan adaptive capacity mencerminkan kemampuan sosial, ekonomi, dan kelembagaan dalam beradaptasi dan merespons dampak perubahan iklim.

IPCC menegaskan bahwa risiko akan semakin tinggi apabila tingkat paparan dan sensitivitas tinggi, sementara kapasitas adaptasi rendah (IPCC, 2014). Oleh karena itu, risiko perubahan iklim perlu dipahami melalui kerangka terpadu yang mengaitkan hazard, exposure, sensitivity, dan adaptive capacity, dengan adaptasi diposisikan sebagai respons strategis terhadap tingkat risiko yang teridentifikasi.

3. Proyeksi Iklim dan Model Global

Proyeksi iklim adalah estimasi kondisi iklim masa depan berdasarkan simulasi model iklim dengan asumsi skenario emisi tertentu (IPCC, 2014). Model iklim global atau *Global Climate Models (GCMs)* merupakan representasi matematis sistem iklim yang mensimulasikan interaksi atmosfer, daratan, laut, dan es (GFDL.NOAA, 2018). Model MIROC6 (Model for Interdisciplinary Research on Climate) adalah salah satu GCM generasi terbaru yang dikembangkan oleh JAMSTEC, Universitas Tokyo, dan NIES. Menurut (Tatebe & al, 2019), MIROC6 memiliki peningkatan kemampuan dalam merepresentasikan variabilitas iklim dan siklus aerosol dibanding generasi sebelumnya (MIROC5), dengan resolusi sekitar 250 km untuk atmosfer dan 100 km untuk lautan. Sementara itu, CMIP6 menggunakan kerangka skenario terbaru yaitu *Shared Socioeconomic Pathways (SSP)*. Dua skenario yang paling banyak digunakan adalah:

- a. SSP2-4.5 merupakan skenario menengah dengan kebijakan mitigasi moderat, menghasilkan forcings sekitar 4.5 W/m^2 pada 2100 (Riahi & al, 2017).
- b. SSP5-8.5 merupakan skenario tinggi dengan penggunaan bahan bakar fosil sangat intensif, menghasilkan forcing sekitar 8.5 W/m^2 (O'Neill & al, 2016).

Kelebihan GCM dan skenario SSP adalah kemampuannya memberikan gambaran jangka panjang mengenai dampak perubahan iklim, termasuk proyeksi curah hujan dan kekeringan. Namun, model global memiliki resolusi spasial yang kasar sehingga sering memerlukan *downscaling* untuk memperoleh detail lokal (IPCC, 2021).

METODOLOGI

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan analisis spasial untuk mengkaji bahaya, kerentanan, dan risiko kekeringan di Kabupaten Indramayu berdasarkan data empiris dan pemodelan geospasial. Desain penelitian mengacu pada kerangka analisis risiko bencana dalam Permen LHK No. P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3 Tahun 2016, yang memandang risiko sebagai hasil interaksi antara bahaya dan kerentanan, di mana kerentanan merupakan fungsi dari keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptasi. Pendekatan ini mengintegrasikan aspek lingkungan fisik dan kondisi sosial ekonomi dalam penilaian risiko secara komprehensif.

Analisis difokuskan pada proyeksi tahun 2031 yang dimodelkan dari kondisi baseline tahun 2019, sehingga pembahasan menitikberatkan pada risiko kekeringan di masa depan sebagai dasar perencanaan adaptasi perubahan iklim. Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan sebagai alat utama untuk mengintegrasikan parameter, memvisualisasikan sebaran spasial, dan menghasilkan peta bahaya, kerentanan, serta risiko kekeringan, guna memperoleh pemahaman yang menyeluruh mengenai risiko kekeringan di Kabupaten Indramayu.

2. Data dan Teknik Analisis

Risiko bencana merupakan kemungkinan timbulnya dampak merugikan, termasuk kehilangan nyawa, cedera, kerusakan harta, hilangnya mata pencaharian, dan gangguan terhadap fungsi sosial-ekonomi yang muncul dari interaksi antara ancaman bencana (alam maupun nonalam) dan kondisi kerentanan masyarakat serta aset yang terekspos. Definisi ini menekankan bahwa risiko bukan hanya frekuensi atau intensitas bahaya, melainkan juga potensi kerugian yang terkait dengan tingkat paparan, sensitivitas sistem, dan kapasitas adaptasi komunitas (Wisner & al, 2004); (UNDRR, 2015).

Teknik analisis risiko digunakan untuk menilai dan memetakan tingkat risiko suatu wilayah terhadap suatu bencana. Dalam konteks kekeringan, penelitian ini menggunakan dua komponen utama yaitu analisis bahaya dan analisis kerentanan. Mengacu pada Permen LHK No. P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/ Tahun 2016 tentang Pedoman Penyusunan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim, perhitungan risiko kekeringan dilakukan dengan menggunakan persamaan yang telah ditetapkan dalam regulasi tersebut.

dimana:

R merupakan *risk*

$$R = H \times V$$

H merupakan *hazard*

V adalah *vulnerability*

Sementara itu untuk konsep kerentanan atau *vulnerability* didapatkan dengan menggunakan parameter-parameter yang terdapat pada persamaan berikut:

dimana:

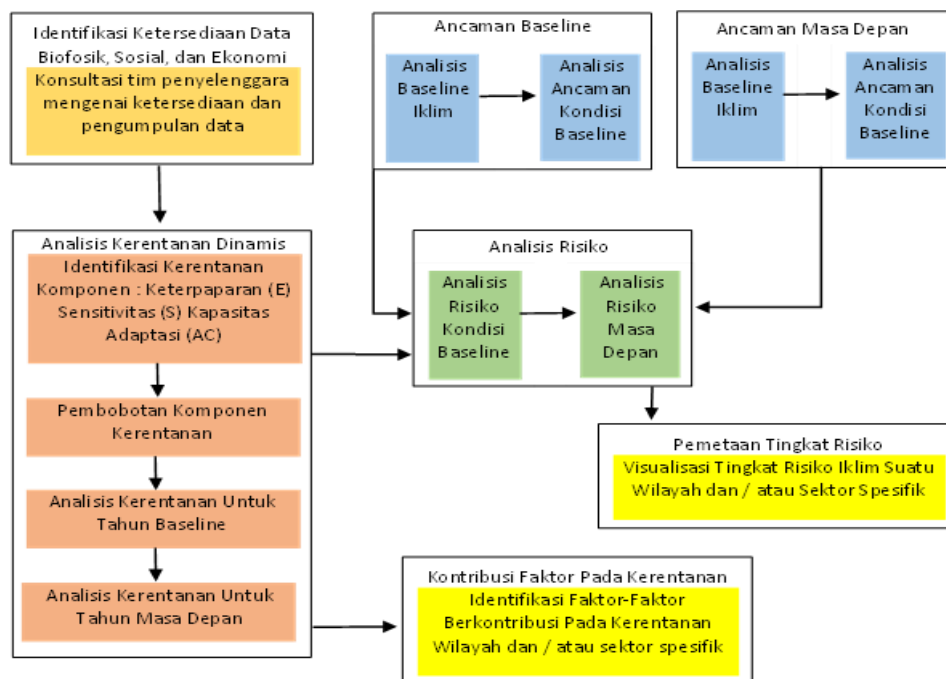
E merupakan *exposure*

S merupakan *sensitivity*

AC merupakan *adaptive capacity*.

$$V = \frac{(E * S)}{AC}$$

Proses analisis risiko juga berkaitan dengan proyeksi kebencanaan masa depan, dimana analisis risiko masa depan tersebut digunakan sebagai acuan dalam pembuatan kajian strategis adaptasi mitigasi bencana yang diakibatkan kejadian perubahan iklim. Proses analisis risiko (Gambar 1) dilakukan dengan mengasumsikan bahwa parameter-parameter kerentanan dan bahaya saling berkaitan sehingga menimbulkan sebuah risiko. Proyeksi risiko juga dilakukan sebagai acuan skenario pengurangan risiko bencana.



Gambar 1 Peta Konsep Analisis Risiko Bencana Perubahan Iklim

Sumber: (Permen LHK No. P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016)

2.1. Analisis Bahaya

Bahaya (*hazard*) merupakan peristiwa yang berpotensi menimbulkan bencana. Dalam konteks perubahan iklim, bahaya dipahami sebagai karakteristik perubahan iklim yang dapat menyebabkan kerugian bagi manusia atau kerusakan lingkungan, yang dinyatakan melalui

besaran, laju, frekuensi, dan peluang kejadiannya (Kim & al, 2018). Indeks bahaya disusun berdasarkan dua komponen utama, yaitu kemungkinan terjadinya bahaya dan besaran dampak yang pernah terjadi, sehingga sangat bergantung pada data historis bencana.

Penyusunan peta bahaya dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) setelah seluruh indikator diperoleh. Indeks bahaya dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan data curah hujan, suhu udara, jenis tanah, penggunaan lahan, dan kelereng. Data baseline tahun 2019 digunakan sebagai acuan analisis proyeksi tahun 2031, dengan rincian data baseline dan proyeksi masing-masing disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Data yang digunakan pada Baseline Tahun 2019

No	Jenis Data	Sumber Data	Tahun	Resolusi
1	Curah hujan	CHIRPS (<i>Climate Hazards Group InfraRed Precipitation</i>)	2019	0.05° x 0.05°
2	Suhu udara	CRU (<i>Climatic Researc Unit</i>)	2019	0.5° x 0.5°
3	Kelerengan lahan	DEMNAS BIG	2019	0.27-arcsecond
4	Penggunaan lahan	SHP Tematik Kabupaten Indramayu	2019	-
5	Jenis tanah	SHP Tematik Kabupaten Indramayu	2019	-

Tabel 2 Data yang digunakan pada Proyeksi Tahun 2031

No	Jenis Data	Sumber Data	Tahun	Resolusi
1	Curah hujan	MIROC6_ssp245 MIROC6_ssp585	2031	Atmos: 250 km, Land: 250 km, Ocean: 100 km
2	Suhu udara	MIROC6_ssp245 MIROC6_ssp585	2031	Atmos: 250 km, Land: 250 km, Ocean: 100 km
3	Kelerengan lahan**	DEMNAS BIG	2019	0.27- arcsecond
4	Penggunaan lahan*	SHP Tematik Kabupaten Indramayu	2031	-
5	Jenis tanah**	SHP Tematik Kabupaten Indramayu	2019	-

Keterangan:

*: hasil proyeksi dengan peta pola ruang Kabupaten Indramayu

**: data diasumsikan sama dengan tahun *baseline*

Selanjutnya, untuk menentukan indeks bahaya, maka digunakan klasifikasi pada masing-masing indikator yang terdiri dari kategori tinggi, sedang, dan rendah yang ditunjukkan pada Tabel 3. Penggunaan persentase bobot pada masing-masing indikator diperlukan untuk digunakan dalam analisis. Curah hujan memiliki persentase bobot terbesar sebesar 30% dibandingkan dengan indikator lainnya. Hal ini dikarenakan curah hujan

merupakan faktor utama yang paling berpengaruh dalam menentukan bahaya kekeringan. Adapun persentase bobot terkecil terdapat pada indikator kelerengan lahan, karena dinilai memiliki kontribusi yang lebih kecil terhadap penentuan bahaya kekeringan.

Tabel 3 Klasifikasi Penilaian Bahaya Kekeringan

No	Indikator	Rentang	Klasifikasi	Bobot
1	Curah Hujan (Fersley di dalam (Jamil, 2013))	< 2000 mm / tahun	Tinggi	30 %
		2000 mm – 2500 mm / tahun	Sedang	
		> 2500 mm/tahun	Rendah	
2	Suhu udara	< 25 C°	Rendah	20%
		25– 35 C°	Sedang	
		> 35 C°	Tinggi	
3	Jenis Tanah (Kusmajaya & al, 2019)	Latosol, Aluvial, Enstisols, Andisols	Rendah	20 %
		Andosol, Kambisol, Regosol, Grumusol, Ultisols, Alfisols	Sedang	
		Litosol, Mediterian, Inceptisols, Vertisols	Tinggi	
4	Penggunaan Lahan	Hutan, Air Tawar, Semak Belukar	Rendah	20%
		Perkebunan, Persawahan	Sedang	
		Lahan Terbangunan dan Terbuka, Permukiman, Tegalan	Tinggi	
5	Kelerengan Lahan (Kusmajaya & al, 2019)	0-15 %	Rendah	10%
		15 – 25%	Sedang	
		> 40%	Tinggi	

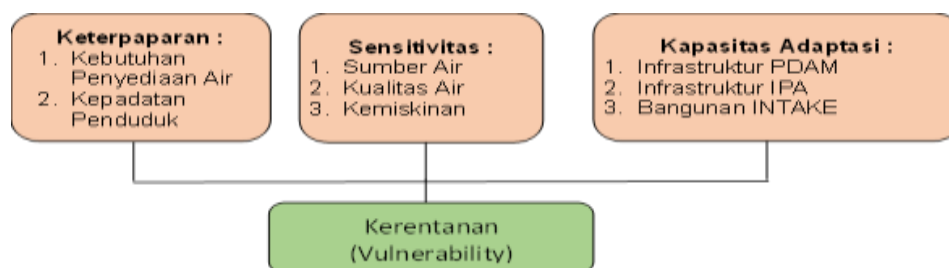
Sumber: (Permen LHK No. P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016, (Darmawan & Gunawarman, 2018))

Pada prinsipnya, analisis bahaya kekeringan dilakukan menggunakan analisis raster dengan metode *weighted overlay*. Data curah hujan dan suhu udara diolah menggunakan metode IDW untuk memperoleh nilai spasial wilayah dengan dilakukan proses *resample* terlebih dahulu menggunakan ArcGIS 10.8 agar hasil lebih akurat. Proses *overlay* yang dilakukan akan menghasilkan indeks bahaya kekeringan yang selanjutnya akan diklasifikasi berdasarkan kelas interval (tinggi, sedang, dan rendah). Adapun kelas interval bahaya kekeringan ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$Kelas\ interval = \frac{(nilai\ max - nilai\ min)}{Jumlah\ kelas}$$

2.2. Analisis Kerentanan

Kerentanan wilayah ditentukan berdasarkan tiga aspek yaitu keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptasi sebagaimana dijelaskan pada Gambar 2. Pada bagian dibawah ini akan dijelaskan secara lebih detail untuk masing-masing aspek tersebut.



Gambar 2 Diagram Alur Analisis Kerentanan Bencana Kekeringan
Sumber: (Permen LHK No. P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016)

2.2.1. Analisis Keterpaparan

Keterpaparan (*exposure*) adalah keberadaan manusia, mata pencaharian, ekosistem, fungsi lingkungan, infrastruktur, atau aset sosial-ekonomi yang berada dalam wilayah bahaya (Kim & al, 2018). Dalam formulasi kerentanan bencana kekeringan, tingkat paparan dihitung berdasarkan kebutuhan penyediaan air dan kepadatan penduduk. Kebutuhan air mencakup jumlah air yang diperlukan untuk rumah tangga, industri, pelayanan umum, hingga kehilangan air (Moegiantoro, 1996 dalam (Wijanarko, 2011)).

Tabel 4 Klasifikasi Perhitungan Kebutuhan Air Penduduk dan Industri.

No	Indikator	Rentang	Klasifikasi
1	Kebutuhan Air Penduduk (SNI 6728.1: 2015)	3.000 – 20.000 jiwa (60-90 liter/jiwa/hari)	Semi urban
		20.000 – 100.000 jiwa (90- 110 liter/jiwa/hari)	Kota Kecil
		100.000 – 500.000 jiwa (110- 125 liter/jiwa/hari)	Kota Sedang
		500.000 – 1. 000.000 jiwa (125-150 liter/jiwa/hari)	Kota Besar
		> 1.000.000 jiwa (150 – 200 liter/jiwa/hari)	Metropolitan
2	Kebutuhan Air Industri	5 – 50 m ³ / hari	Industri kecil
		51 – 150 m ³ / hari	Industri sedang
		151 – 350 m ³ / hari	Industri besar

Sumber: (Permen LHK No. P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016 dan (Sari & al, 2011))

Pada penelitian ini, kebutuhan air proyeksi (2031) dihitung berdasarkan proyeksi kebutuhan air penduduk serta proyeksi kebutuhan air industri di Kabupaten Indramayu (Tabel 4). Adapun proyeksi kebutuhan air penduduk didapat dari perkalian antara kebutuhan air/orang/hari (sesuai klasifikasinya) dengan proyeksi jumlah penduduk tiap kecamatan. Sedangkan proyeksi kebutuhan air industri didapat dari perkalian antara kebutuhan air/industri /hari (sesuai klasifikasinya) dengan proyeksi jumlah industri tiap kecamatan. Adapun untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk dan industri pada tahun 2031 didapat

dengan memodelkan data jumlah penduduk baseline yang berasal dari BPS Kab.Indramayu (2019) dan data industri baseline yang berasal dari Kementerian Perindustrian (2019) yang dapat diklasifikasikan sesuai dengan jenis industri sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Klasifikasi Jenis Industri

Jumlah Tenaga Kerja	Klasifikasi Industri
1 - 4 orang	Rumah Tangga
5 - 19 orang	Kecil
20 - 99 orang	Sedang
> 100 orang	Besar

Pemodelan data proyeksi (2031) penduduk dan industri tersebut menggunakan persamaan laju geometrik sebagaimana dijelaskan sebagai berikut:

$$Pt = Po (1 + r)^t$$

dimana:

Pt = jumlah penduduk/industri pada tahun proyeksi; Po = jumlah penduduk/industri pada tahun dasar; t = jangka waktu (tahun); r = laju pertumbuhan penduduk/industri

Selain kebutuhan air, kepadatan penduduk juga digunakan sebagai indikator keterpaparan. Kepadatan penduduk dihitung berdasarkan pembagian antara jumlah penduduk terhadap luas wilayah permukiman. Untuk kepadatan penduduk proyeksi, perhitungan dilakukan berdasarkan proyeksi luas wilayah permukiman tahun 2031 yang mengacu pada peta pola ruang Kabupaten Indramayu. Setelah diperoleh nilai kebutuhan air domestik dan kepadatan penduduk permukiman, masing-masing indikator diklasifikasikan ke dalam kelas interval (tinggi, sedang, dan rendah).

2.2.2. Sensitivitas

Sensitivitas merupakan ukuran tingkat keterpengaruhan suatu sistem terhadap fenomena perubahan iklim, yaitu bagaimana sistem merespons perubahan yang terjadi (Kim & al, 2018). Berdasarkan Permen KLHK dan literatur ilmiah, sensitivitas baseline untuk bencana kekeringan di Kabupaten Indramayu mencakup: (1) sumber air, (2) kualitas air, dan (3) penduduk miskin (Tabel 5). Untuk sensitivitas proyeksi, penilaian didasarkan pada kebijakan Pemerintah Kabupaten Indramayu, yaitu: (1) rencana peningkatan sumber air, (2)

rencana peningkatan kualitas air, serta aspek kependudukan berupa (3) laju pertumbuhan penduduk (Tabel 6).

Tabel 6 Rincian Penilaian Sensitivitas Kekeringan Baseline Tahun 2019

Indikator	Parameter	Keterangan	Nilai	Klasifikasi
Sumber Air	Sungai & Irigasi atau sungai & Sumur atau Irigasi & Sumur	Ada / Tidak	3	Tinggi
	Sungai / Irigasi / Sumur		2	Sedang
	Tidak Ada		1	Rendah
Kualitas Air	Fisik (Berwarna-Berbau Berasa), Kimia (Ph 6-8), Biologi (Bakteri E. Coli)	Baik / Buruk	3	Tinggi
			2	Sedang
			1	Rendah
Kependudukan	Penduduk Miskin	>10.000	3	Tinggi
		5000 – 10.000	2	Sedang
		<5.000	1	Rendah

Tabel 7 Rincian Penilaian Sensitivitas Kekeringan Proyeksi Tahun 2031

Indikator	Parameter	Keterangan	Nilai	Klasifikasi
Kebijakan Pemerintah	Rencana Peningkatan Sumber Air	Kecamatan & Kabupaten	3	Tinggi
		Kecamatan Atau Kabupaten	2	Sedang
		Tidak Ada	1	Rendah
	Rencana Peningkatan Kualitas Air	Kecamatan & Kabupaten	3	Tinggi
		Kecamatan Atau Kabupaten	2	Sedang
		Tidak Ada	1	Rendah
Kemiskinan Penduduk	Laju Pertumbuhan Penduduk Miskin	10.000 - 7.000	3	Tinggi
		7.000 - 4.000	2	Sedang
		4.000 - 1.000	1	Rendah

2.2.3. Kapasitas Adaptasi

Kapasitas adaptasi adalah kesiapan suatu sistem dalam menyesuaikan kondisi dari ancaman perubahan iklim sehingga dapat mampu meminimalisir dampak yang akan terjadi

(Kim & al, 2018). Berdasarkan formulasi kerentanan maka, penentuan kapasitas adaptasi *baseline* di Kabupaten Indramayu yaitu (1) infrastruktur PDAM, (2) infrastruktur IPA, dan (3) kondisi bangunan intake (Tabel 8). Sementara itu, untuk kapasitas adaptasi proyeksi terdiri dari kebijakan pemerintah daerah Kabupaten Indramayu seperti rencana peningkatan atau pembangunan terkait mencegah bencana kekeringan (Tabel 9).

Tabel 8 Rincian Penilaian Kapasitas Adaptasi Baseline Tahun 2019

Indikator	Parameter	Keterangan	Nilai	Klasifikasi
Infrastruktur PDAM (Penyediaan Air Minum Daerah)	Ada	Terlayani	3	Tinggi
	Tidak Ada	Tidak Terlayani	1	Rendah
Infrastruktur IPA (Instalasi Pengolahan Air)	>200 L/detik	Tersedia/Tidak Tersedia	3	Tinggi
	100-200 L/detik		2	Sedang
	>5 L/detik		1	Rendah
Kondisi Bangunan Intake	Beton	Tersedia/Tidak Tersedia	3	Tinggi
	Batu		2	Sedang
	Tanah		1	Rendah

Tabel 9 Rincian Penilaian Kapasitas Adaptasi Proyeksi Tahun 2031

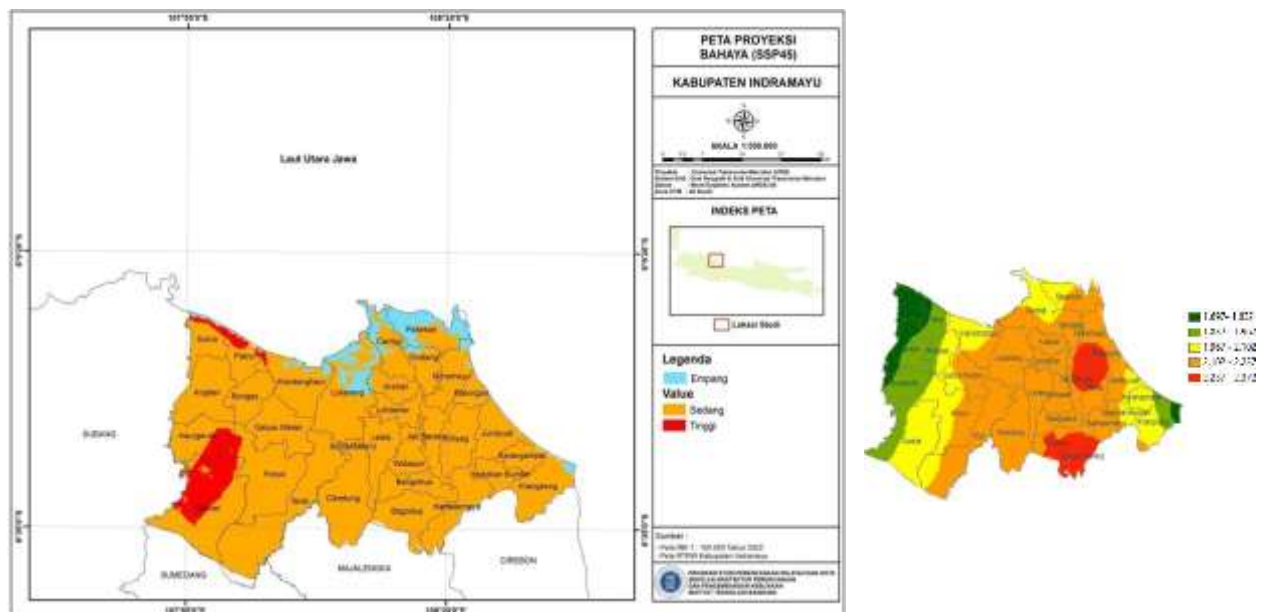
Indikator	Parameter	Keterangan	Nilai	Klasifikasi
Kebijakan Pemerintah	Rencana Peningkatan Infrastruktur PDAM	Kecamatan & Kabupaten	3	Tinggi
		Kecamatan Atau Kabupaten	2	Sedang
		Tidak Ada	1	Rendah
	Rencana Peningkatan Infrastruktur IPA	Kecamatan & Kabupaten	3	Tinggi
		Kecamatan Atau Kabupaten	2	Sedang
		Tidak Ada	1	Rendah
	Rencana Peningkatan Bangunan Intake	Kecamatan & Kabupaten	3	Tinggi
		Kecamatan Atau Kabupaten	2	Sedang
		Tidak Ada	1	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dan pembahasan proyeksi risiko kekeringan di Kabupaten Indramayu untuk tahun 2031 sebagai dasar untuk memahami potensi perubahan tingkat dan sebaran risiko di masa depan akibat perubahan iklim.

1. Analisis Bahaya

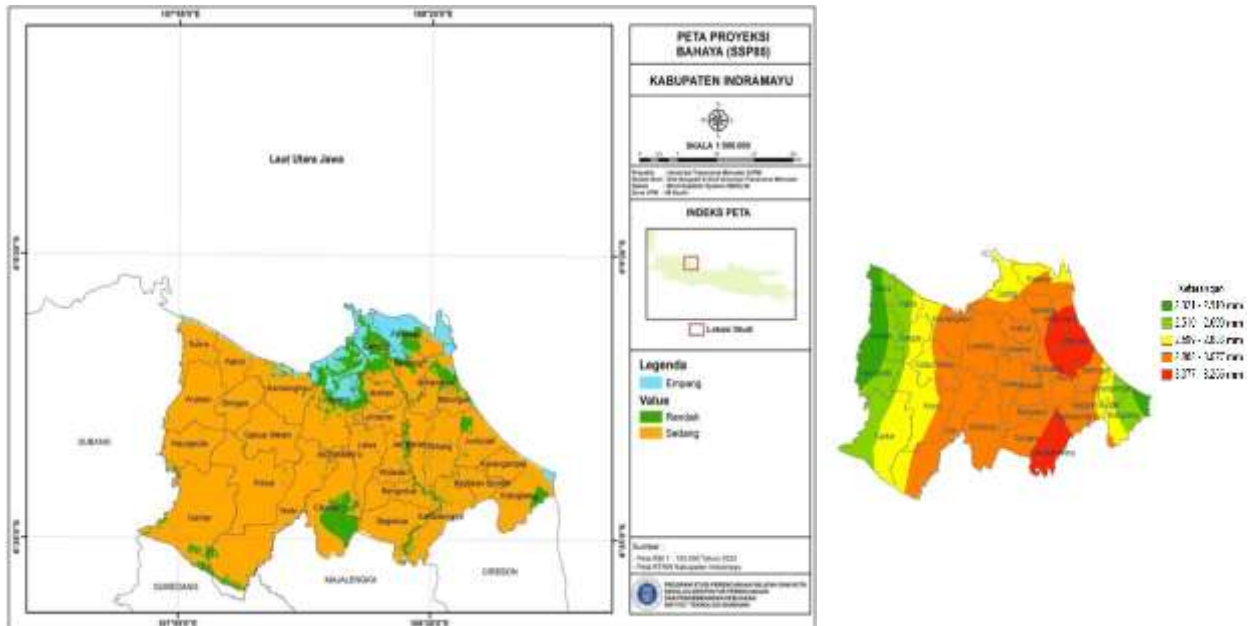
Bahaya bersifat intrinsik dan tidak dapat dihilangkan, melainkan hanya dapat dikurangi atau dimitigasi. Dalam penelitian ini, bahaya kekeringan dihitung berdasarkan indikator curah hujan, suhu udara, penggunaan lahan, jenis tanah, dan kelerengan untuk kondisi proyeksi. Indeks bahaya proyeksi dianalisis menggunakan model MIROC6_ssp245 dan MIROC6_ssp585 dengan indikator yang sama. Model MIROC6 dikembangkan oleh JAMSTEC, AORI, The University of Tokyo, NIES, dan R-CCS, sebagai penyempurnaan dari MIROC5 melalui metode asimilasi suhu laut dan anomali salinitas (Tatebe & al, 2019). Model ini mampu merepresentasikan fenomena iklim seperti ENSO, MJO, QBO, dan kondisi es di Belahan Bumi Utara, sehingga sesuai digunakan untuk wilayah tropis seperti Indonesia.



Gambar 3 Peta Bahaya Kekeringan Proyeksi (kiri) dan Curah Hujan Proyeksi (kanan) di Kabupaten Indramayu (2031) berdasarkan Model MIROC6_ssp245
(Sumber: *Analisis penulis*, 2023)

Pada skenario MIROC6_ssp245 (Gambar 3), proyeksi tahun 2031 menunjukkan bahwa indeks bahaya kekeringan di Kabupaten Indramayu didominasi kelas bahaya sedang, meskipun beberapa kecamatan masih berada pada kelas bahaya tinggi, seperti Sukra, Patrol, Kandanghaur, Haurgeulis, Kroya, dan Gantar. Kecamatan Gantar memiliki luasan bahaya

tinggi terbesar, namun lebih kecil dibandingkan kondisi baseline. Peningkatan curah hujan proyeksi (minimum 1.697 mm/tahun) mendorong penurunan kelas bahaya di beberapa kecamatan, termasuk Gantar, Kertasemaya, Bangodua, dan Bongas, dari tinggi menjadi sedang. Curah hujan tertinggi mencapai 2.372 mm/tahun, terutama di Sukagumiwang, Tukdana, Jatibarang, Balongan, dan Sliyeg.



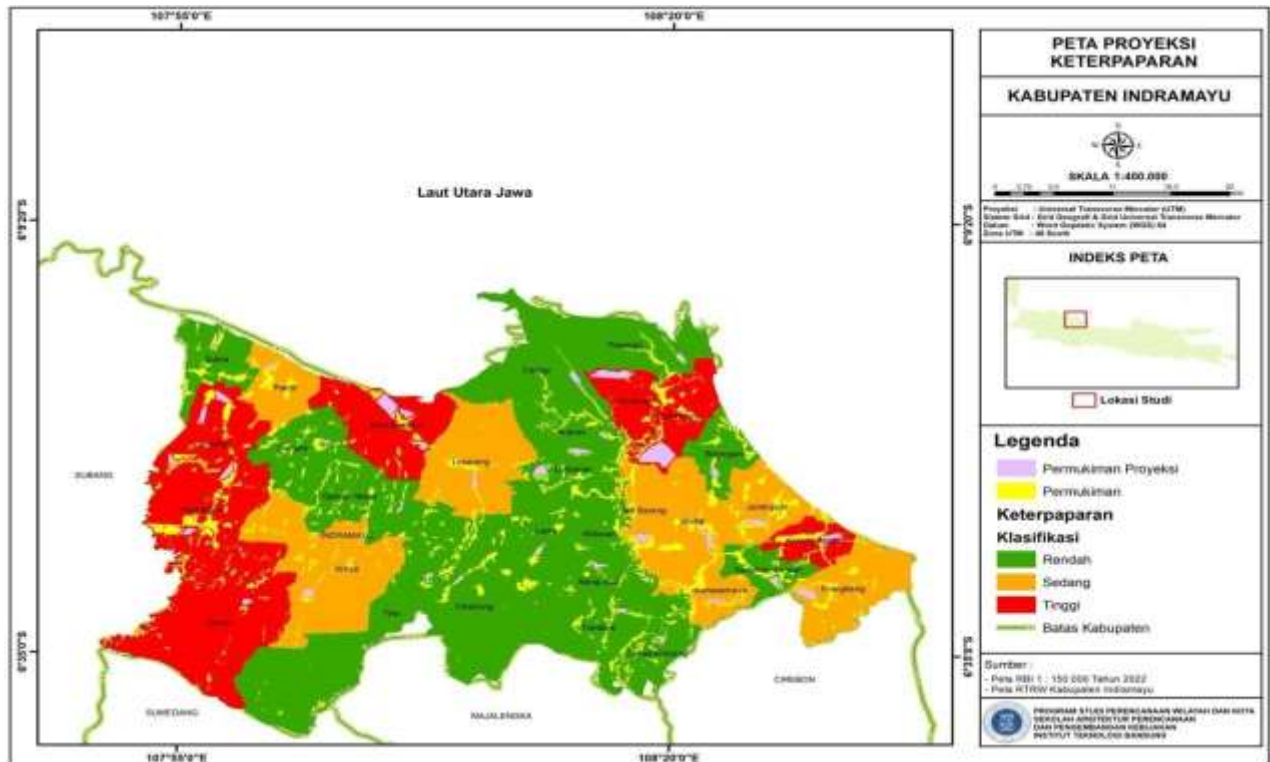
Gambar 4 Peta Bahaya Kekeringan Proyeksi (kiri) dan Curah Hujan Proyeksi (kanan) di Kabupaten Indramayu (2031) berdasarkan Model MIROC6_ssp585
(Sumber: *Analisis penulis*, 2023)

Pada skenario MIROC6_ssp585 (Gambar 4), penurunan tingkat bahaya kekeringan terlihat lebih signifikan dibandingkan kondisi baseline. Sebagian besar wilayah Indramayu berada pada kategori bahaya rendah hingga sedang, terutama di Kecamatan Cantigi, Pasekan, Losarang, Sindang, dan Arahman. Curah hujan proyeksi meningkat tajam, dengan nilai terendah 2.321 mm/tahun dan tertinggi 3.266 mm/tahun. Curah hujan proyeksi yang dihasilkan model MIROC6_ssp245 dan MIROC6_ssp585 sangat berbeda signifikan, karena pada model MIROC6_ssp585 menggunakan skenario perubahan iklim terburuk dengan hasil analisis menunjukkan peningkatan curah hujan yang lebih ekstrem.

2. Analisis Keterpaparan

Keterpaparan merupakan kondisi yang menunjukkan derajat, lama, atau peluang suatu sistem untuk terkena guncangan atau gangguan. Kondisi ini mencerminkan sejauh mana masyarakat, mata pencaharian, ekosistem, sumber daya, maupun infrastruktur terdampak oleh bencana atau kerusakan (Setiyaningsih, 2016).

Dalam penelitian ini, keterpaparan dihitung berdasarkan kebutuhan air domestik yang mencakup kebutuhan air penduduk dan industri, serta kepadatan penduduk sebagai indikator tambahan. Kepadatan penduduk dianggap berpengaruh besar terhadap potensi keterpaparan bencana kekeringan, karena semakin tinggi kepadatan, semakin besar pula tingkat keterpaparan (Hastanti & Purwanto, 2020).



Gambar 5 Peta Keterpaparan Proyeksi (2031) di Kabupaten Indramayu
(Sumber: *Hasil Analisis*, 2023)

Hasil perhitungan keterpaparan proyeksi menunjukkan bahwa tingkat keterpaparan Kabupaten Indramayu bervariasi dari rendah hingga tinggi, dengan keterpaparan tinggi terdapat di Kecamatan Anjatan, Haurgeulis, Kandanghaur, Sindang, Indramayu, dan Gantar. Dibandingkan kondisi baseline, keterpaparan proyeksi menunjukkan peningkatan luasan wilayah terdampak (Gambar 5), seperti Kecamatan Gantar yang meningkat dari kategori sedang menjadi tinggi dan Kecamatan Patrol dari rendah menjadi sedang.

Peningkatan keterpaparan ini dipicu oleh meningkatnya kebutuhan air penduduk dan industri pada tahun proyeksi. Meskipun kepadatan penduduk cenderung menurun akibat bertambahnya luas permukiman, Kecamatan Sindang tetap memiliki kepadatan tertinggi, mencapai 8.131 jiwa/km² di kawasan permukiman (Tabel 10), yang mencerminkan ekspansi permukiman signifikan hingga tahun 2031 sesuai rencana pola ruang Kabupaten Indramayu.

Tabel 10 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Domestik Dan Kepadatan Penduduk Proyeksi

(Sumber: *Hasil Analisis, 2023*)

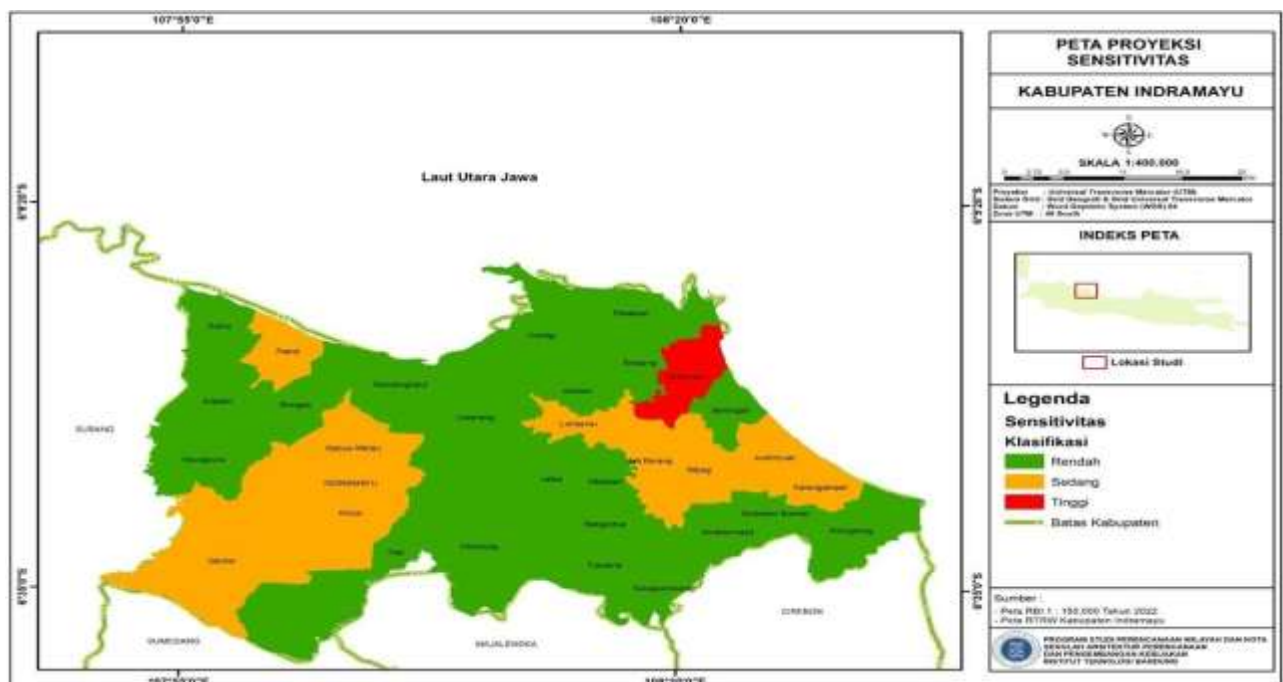
Kecamatan	Jumlah Penduduk Proyeksi	Kebutuhan Penduduk Proyeksi (m3)	Kebutuhan Air Industri Proyeksi (m3)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km2)	Keterangan
Anjatan	94091	3.43432E+12	1045309	6762	Tinggi
Arahan	39295	1.43425E+12	0	5418	Rendah
Balongan	50237	1.83366E+12	0	6031	Rendah
Bangodua	32924	1.20173E+12	0	4600	Rendah
Bongas	55822	2.03751E+12	0	5968	Rendah
Cantigi	33520	1.22349E+12	0	4711	Rendah
Cikedung	44333	1.61814E+12	0	4880	Rendah
Gabus Wetan	63630	2.32249E+12	124775	5976	Rendah
Gantar	64465	2.35299E+12	561485	5287	Tinggi
Haurgeulis	97741	3.56755E+12	990559	6431	Tinggi
Indramayu	128690	5.28435E+12	124775	3861	Tinggi
Jati Barang	83931	3.06346E+12	0	8051	Sedang
Juntinyuat	95123	3.472E+12	124775	7726	Sedang
Kandanghaur	101961	4.18676E+12	436711	3244	Tinggi
Karangampel	74407	2.71585E+12	623873	7743	Tinggi
Kedokan Bunder	53132	1.93931E+12	0	5926	Rendah
Kertasemaya	69266	2.52822E+12	0	6778	Sedang
Krangkeng	73624	2.68726E+12	0	7412	Sedang
Kroya	71778	2.61991E+12	62387	6262	Sedang
Lelea	53326	1.94641E+12	62387	5586	Rendah
Lobener	63089	2.30276E+12	0	7139	Rendah
Losarang	60456	2.20666E+12	366686	6868	Sedang
Pasekan	30055	1.09701E+12	0	4400	Rendah
Patrol	64546	2.35591E+12	0	7165	Sedang
Sindang	61691	2.2517E+12	990559	8131	Tinggi
Sliyeg	69552	2.53863E+12	0	6682	Sedang
Sukagumiwang	39853	1.45465E+12	0	5349	Rendah
Sukra	52869	1.92971E+12	62387	5770	Rendah
Trisi	61531	2.24589E+12	124775	5848	Rendah
Tukdana	62649	2.28669E+12	62387	6086	Rendah
Widasari	41201	1.50383E+12	62387	5248	Rendah

3. Analisis Sensitivitas

Sensitivitas wilayah menggambarkan tingkat kepekaan suatu sistem terhadap gangguan atau ancaman. Di Kabupaten Indramayu, sensitivitas dianalisis menggunakan tiga

indikator utama, yaitu sumber air, kualitas air, dan tingkat kemiskinan. Sumber air di 31 kecamatan meliputi irigasi, sungai, dan danau, dengan klasifikasi sensitivitas berdasarkan jumlah sumber yang tersedia: dua sumber dikategorikan tinggi, satu sumber sedang, dan tanpa sumber rendah.

Kualitas air dinilai berdasarkan aspek kimia, biologi, dan fisik, di mana pencemaran pada satu aspek menunjukkan sensitivitas tinggi, dua aspek sedang, dan tiga aspek rendah. Indikator tingkat kemiskinan dihitung berdasarkan jumlah penduduk miskin di setiap kecamatan, yang diperoleh dari proporsi penduduk miskin kabupaten terhadap total penduduk Kabupaten Indramayu.



Gambar 6 Peta Sebaran Kondisi Sensitivitas *Proyeksi* (2031) Kabupaten Indramayu (Sumber: *Hasil Analisis*, 2023)

Hasil perhitungan sensitivitas proyeksi tahun 2031 menunjukkan perubahan tingkat sensitivitas antar kecamatan. Secara umum, sensitivitas mengalami penurunan seiring rencana peningkatan pengelolaan sumber dan kualitas air, serta berkurangnya jumlah penduduk miskin akibat peningkatan pendapatan. Namun, Kecamatan Indramayu masih menunjukkan tingkat sensitivitas tinggi (Gambar 6), yang dipengaruhi oleh kondisi sumber air dan tingkat kemiskinan proyeksi yang relatif tinggi.

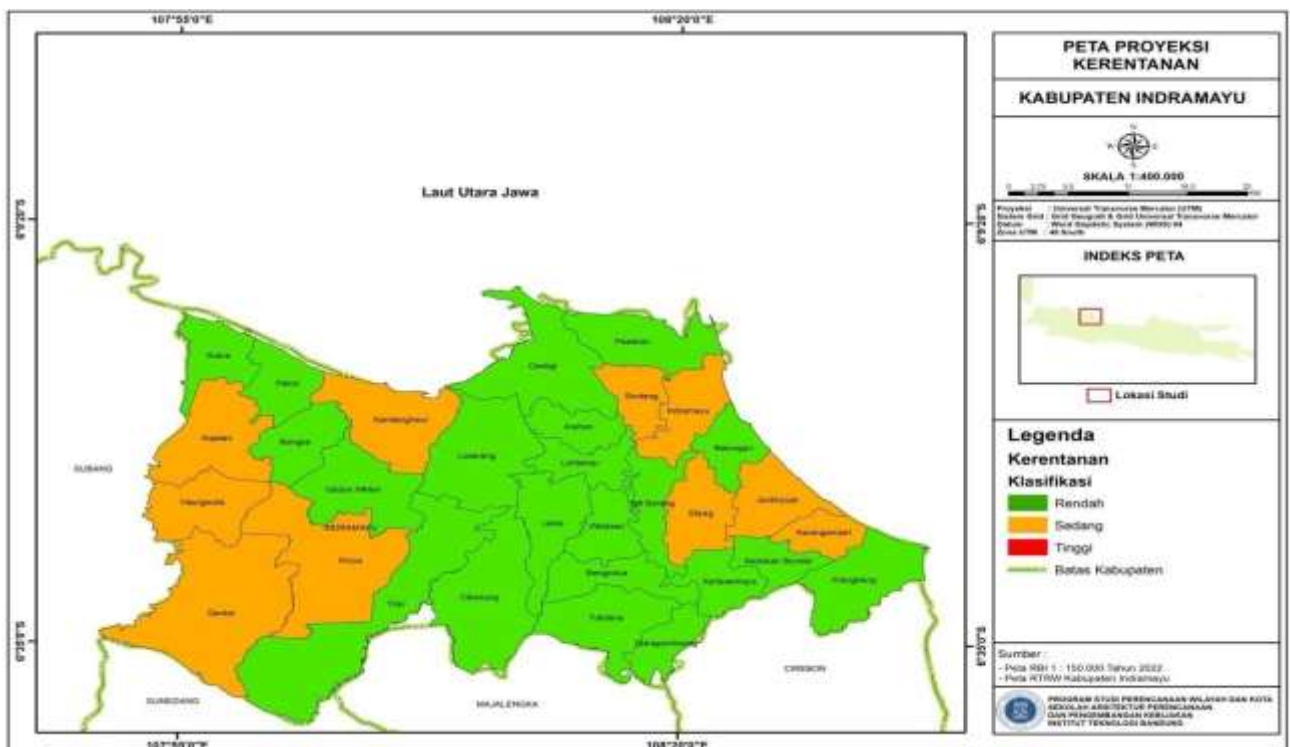
4. Analisis Kapasitas Adaptasi

Kapasitas adaptasi adalah kemampuan suatu sistem untuk menghadapi dan menyesuaikan diri terhadap dampak negatif kekeringan, yang sangat dipengaruhi oleh

Secara umum, hasil ini mengindikasikan bahwa arah kebijakan daerah mulai berfokus pada peningkatan kemampuan sistem penyediaan air dan ketahanan terhadap kekeringan. Dengan demikian, wilayah-wilayah tersebut memiliki kesiapan adaptif yang lebih baik dalam menghadapi dampak perubahan iklim pada tahun proyeksi.

5. Analisis Kerentanan

Kerentanan merupakan kondisi yang dipengaruhi oleh faktor sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan yang meningkatkan kecenderungan suatu komunitas terhadap dampak bahaya. Pada dasarnya, kerentanan berfokus pada aspek manusia di tingkat komunitas yang langsung berhadapan dengan ancaman bencana. Oleh karena itu, faktor-faktor seperti rendahnya tingkat pendidikan, kemiskinan, kondisi sosial, serta keberadaan kelompok rentan (lansia, balita, ibu hamil, dan penyandang disabilitas) menjadi penentu utama tingkat kerentanan. Tingkat kerentanan suatu wilayah ditentukan oleh keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptasi. Semakin tinggi keterpaparan dan sensitivitas, maka semakin besar tingkat kerentanan; sebaliknya, kapasitas adaptasi yang tinggi dapat menurunkannya. Dalam penelitian ini, analisis difokuskan pada kerentanan proyeksi tahun 2031.



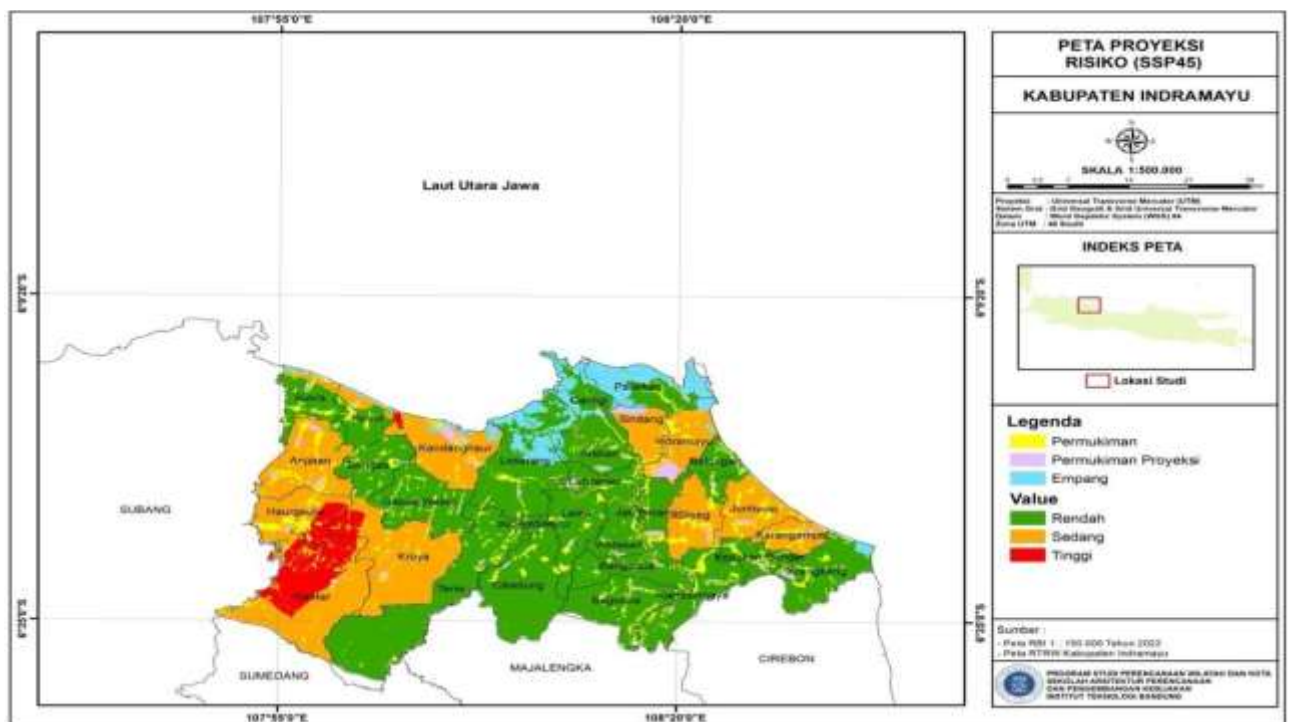
Gambar 8 Peta Kerentanan Proyeksi (2019) di Kabupaten Indramayu
(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Kabupaten Indramayu memiliki tingkat kerentanan yang bervariasi dari rendah hingga sedang (Gambar 8). Dibandingkan dengan

kondisi baseline, terdapat perubahan signifikan pada beberapa wilayah. Misalnya, Kecamatan Haurgeulis mengalami penurunan dari tingkat kerentanan tinggi menjadi rendah, sementara Kecamatan Kroya meningkat dari rendah menjadi sedang. Perubahan ini dipengaruhi oleh perbedaan tingkat keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptasi di masing-masing wilayah.

6. Analisis Risiko

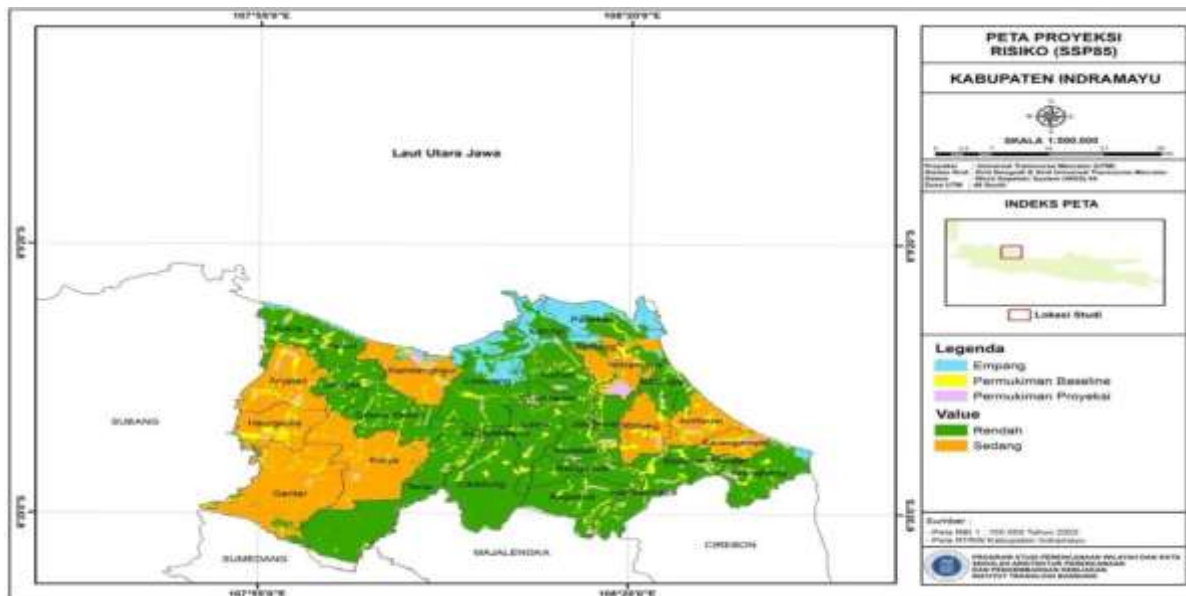
Analisis risiko dilakukan dengan mengalikan nilai bahaya dan kerentanan untuk menentukan tingkat risiko suatu bencana, yang dipahami sebagai fungsi dari peluang kejadian (P) dan konsekuensi (K) yang ditimbulkan. Semakin besar peluang dan dampaknya, semakin tinggi tingkat risiko. Berdasarkan proyeksi model MIROC6_ssp245 (Gambar 9), tingkat risiko kekeringan di Kabupaten Indramayu bervariasi dari rendah hingga tinggi. Dibandingkan kondisi baseline, proyeksi menunjukkan penurunan risiko secara umum, termasuk berkurangnya luasan wilayah berisiko tinggi di Kecamatan Haurgeulis dan Gantar yang sebelumnya tergolong berisiko tinggi.



Gambar 9 Peta Risiko Kekeringan Proyeksi (2031) di Kabupaten Indramayu Berdasarkan Model MIROC6_ssp245
(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Gambar 9, pada Kecamatan Haurgeulis, wilayah berisiko tinggi kini hanya tersisa di bagian yang berbatasan dengan Kecamatan Gantar dan Kroya. Kondisi serupa juga terjadi di Gantar, di mana area berisiko tinggi berkurang secara nyata. Sebaliknya,

peningkatan risiko teridentifikasi di sebagian kecil wilayah Kecamatan Kroya, terutama di sekitar perbatasan dengan Kecamatan Gantar dan Haurgeulis. Peningkatan ini disebabkan oleh kenaikan tingkat kerentanan proyeksi di wilayah tersebut, dari kategori rendah menjadi sedang.



Gambar 10 Peta risiko kekeringan proyeksi (2031) di Kabupaten Indramayu berdasarkan model

MIROC6_ssp585

(Sumber: *Hasil Analisis*, 2023)

Model MIROC6_ssp585 menunjukkan hasil yang berbeda, dengan penurunan risiko kekeringan yang signifikan di Kabupaten Indramayu. Proyeksi menempatkan tingkat risiko pada kategori rendah hingga sedang, berbeda dengan hasil model MIROC6_ssp245. Pada Gambar 10 terlihat penurunan risiko yang mencolok di Kecamatan Haurgeulis dan Gantar, yang sebelumnya berada pada kategori tinggi menjadi sedang. Penurunan serupa juga terjadi di wilayah pesisir, khususnya Kecamatan Patrol, yang bergeser ke kategori risiko rendah. Perubahan ini dipengaruhi oleh penurunan indeks bahaya kekeringan akibat meningkatnya curah hujan proyeksi pada model MIROC6_ssp585. Meskipun menggunakan skenario SSP5 yang merepresentasikan penggunaan bahan bakar fosil tinggi, peningkatan curah hujan dalam skenario ini justru berkontribusi pada penurunan risiko kekeringan di wilayah penelitian.

KESIMPULAN

Analisis risiko kekeringan di Kabupaten Indramayu menunjukkan kondisi yang kompleks dan tidak bersifat hitam-putih. Secara spasial, proyeksi tahun 2031, terutama pada skenario iklim MIROC6_ssp585 yang mengindikasikan tren penurunan tingkat bahaya dan risiko secara umum. Namun, di balik tren tersebut, masih terdapat sejumlah *hotspot* yang

tetap rentan akibat meningkatnya kebutuhan air domestik dan industri, pertumbuhan permukiman, serta keterbatasan kapasitas adaptasi di tingkat lokal. Hal ini menegaskan bahwa risiko kekeringan tidak hanya ditentukan oleh faktor alam, tetapi juga oleh interaksi aspek sosial, ekonomi, dan tata kelola sumber daya air.

Pergeseran kelas bahaya tercermin dari meningkatnya keterpaparan di beberapa kecamatan, seperti Sindang, Anjatan, Gantar, Haurgeulis, dan Indramayu. Di sisi lain, tingkat sensitivitas secara umum menurun, seiring kebijakan daerah yang mendorong peningkatan pengelolaan dan efisiensi pemanfaatan air. Meski demikian, penurunan ini tidak merata karena masih terdapat perbedaan kondisi sosial-ekonomi, kapasitas kelembagaan, dan kesiapan infrastruktur antar kecamatan.

Meskipun indeks bahaya cenderung menurun, ancaman kekeringan belum sepenuhnya hilang. Ekspansi permukiman dan industri, khususnya di wilayah pesisir dan dataran rendah, berpotensi meningkatkan kebutuhan air dan keterpaparan jika tidak diimbangi pengelolaan yang berkelanjutan. Perbaikan kapasitas adaptasi mulai terlihat melalui perencanaan kebijakan, pembangunan infrastruktur air, dan penguatan tata kelola, namun ketimpangan antar wilayah masih menjadi tantangan utama.

Dengan demikian, meskipun terdapat kemajuan dalam menurunkan risiko kekeringan, upaya adaptasi masih perlu diperkuat secara lebih terarah, inklusif, dan berjangka panjang agar kerentanan dapat benar-benar ditransformasikan menjadi ketahanan wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, K., & Rudiarto, I. (2017). Kajian Tingkat Kerentanan Bencana Kekeringan Pertanian di Kabupaten Demak. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 19(1), 9–16.
- Adi, H. P. (2011). Kondisi dan konsep penanggulangan bencana kekeringan di Jawa Tengah. Dalam *Seminar Nasional Mitigasi dan Ketahanan Bencana* (hlm. 1–10). Universitas Islam Sultan Agung.
- Andita, P. A., Sudiana, I. G. N., & Sukabawa, I. W. (2021). Strategi komunikasi penyuluh agama Hindu Kantor Kementerian Agama Kabupaten Gianyar melalui media sosial pada masa pandemi COVID-19. *Jurnal Ilmu Komunikasi Hindu*, 1(2), 253–262.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. (2008). Dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian serta strategiantisipasi dan teknologi adaptasi. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 1(2), 138–140.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2016). *Risiko bencana Indonesia*. BNPB.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2019). *Perubahan iklim dan dampaknya*. BMKG.
- Canadian Meteorological and Oceanographic Society. (1992). *Climatological Bulletin*, 26(3).

- Darojati, N. W., Barus, B., & Sunarti, E. (2015). Pemantauan bahaya kekeringan di Kabupaten Indramayu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 17(2), 60–68. <https://doi.org/10.29244/jitl.17.2.60-68>
- Darmawan, I. G. S., & Gunawarman, A. A. G. R. (2018). Faktor-faktor pengaruh perubahan penggunaan lahan ulayat akibat reklamasi di Pulau Serangan. *Undagi: Jurnal Arsitektur*, 6(1), 37–44.
- Estiningtyas, W., Boer, R., Las, I., & Buono, A. (2012). Identifikasi dan delineasi wilayah endemik kekeringan untuk pengelolaan risiko iklim di Kabupaten Indramayu. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 13(1), 9–20. <https://doi.org/10.31172/jmg.v13i1.114>
- Hastanti, B. W., & Purwanto. (2020). Analisis keterpaparan, sensitivitas, dan kapasitas adaptasi masyarakat terhadap kekeringan di Dusun Pamor, Kradenan, Grobogan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 17(1), 1–19. <https://ejournal.aptklhi.org/index.php/JPHKA/article/view/640>
- Idhar, C., & Yuwono, B. E. (2019). Analisis potensi peningkatan sertifikasi green building terhadap konservasi air gedung Waskita. Dalam *Prosiding Seminar Intelektual Muda #2* (hlm. 99–102). Universitas Trisakti. <https://doi.org/10.25105/psia.v1i2.6657>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climate change 2007: The physical science basis*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press.
- Jamil, D. H. (2013). *Deteksi potensi kekeringan berbasis penginderaan jauh dan sistem informasi geografis di Kabupaten Klaten* (Tesis, Universitas Negeri Semarang). <https://lib.unnes.ac.id/19954/1/3211409055.pdf>
- Keskinen, M., Guillaume, J. H. A., Kattelus, M., Porkka, M., Räsänen, T. A., & Varis, O. (2016). The water–energy–food nexus and the transboundary context: Insights from large Asian rivers. *Water*, 8(5), 193. <https://doi.org/10.3390/w8050193>
- Kim, Y., Calzada, A., Scott, O., & Zermoglio, F. (2018). *Designing climate vulnerability assessments* (Technical report). USAID.
- Kusmajaya, S., Supriyati, S., Adiputra, A., & Permadi, M. G. (2019). Pemetaan bahaya dan kerentanan bencana kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Riau. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan*, 3(1), 55–61. <https://doi.org/10.29405/jgel.v3i1.2993>
- Lakhdar, R., Baffoun, N., Hammami, N., Nagi, S., Baccar, K., Drissi, S., & Kaddour, C. (2012). Aspects neuroradiologiques de la pathologie vasculaire cérébrale du péripartum nécessitant un transfert en milieu de réanimation. *La Tunisie Médicale*, 90(3), 223–232
- Mamenun, & Wati, T. (2019). Analisis karakteristik kekeringan lahan padi sawah di wilayah utara Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(1), 57–71. <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/jti/article/view/3237>
- Mujtahiddin, M. I. (2014). Analisis spasial indeks kekeringan Kabupaten Indramayu. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15(2). <https://doi.org/10.31172/jmg.v15i2.179>

- National Oceanic and Atmospheric Administration, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory. (2018). *Climate modeling primer*. NOAA.
- OECD. (2020). *Building back better: A sustainable, resilient recovery after COVID-19*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/52b869f5-en>
- O'Neill, B. C., et al. (2016). The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6. *Geoscientific Model Development*, 9, 3461–3482. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-3461-2016>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016 tentang Pedoman Penyusunan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim.
- Riahi, K., et al. (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications. *Global Environmental Change*, 42, 153–168. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>
- Sari, I. K., Limantara, L. M., & Priyantoro, D. (2011). Analisa ketersediaan dan kebutuhan air pada DAS Sampean. *Jurnal Teknik Pengairan*, 2(1), 29–41.
- Setiyaningsih, A. P. (2016). *Pengembangan indikator kerentanan kekeringan kawasan agropolitan Malang* (Tesis, Institut Pertanian Bogor).
- Susandi, A., Tamamadin, M., Mukti, B. R., & Fajrin, D. A. (2015). Pengembangan prediksi ketersediaan air di sawah irigasi Kabupaten Indramayu. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Peranan Geografi dalam Mendukung Kedaulatan Pangan* (hlm. 179). Badan Informasi Geospasial.
- Tatebe, H., et al. (2019). Description and basic evaluation of MIROC6. *Geoscientific Model Development*, 12, 2727–2765. <https://doi.org/10.5194/gmd-12-2727-2019>
- Tierney, K. (2012). Disaster governance: Social, political, and economic dimensions. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 341–363. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020911-095618>
- UNDRR. (2015). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030*. <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- UNDRR. (2019). *Global assessment report on disaster risk reduction 2019: Global risk framework*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2019>
- Wijanarko, A. (2011). *Analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih Unit Kedawung PDAM Sragen*. Universitas Sebelas Maret.
- Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding the drought phenomenon. *Water International*, 10, 111–120. <https://doi.org/10.1080/02508068508686328>
- Wilhite, D. A., & Pulwarty, R. S. (2017). *Drought as hazard: Understanding the natural and social context*. In *Drought and Water Crises: Integrating Science, Management, and Policy* (pp. 3–22). CRC Press
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203428764>
- World Meteorological Organization. (2020). *State of the global climate*. WMO.