

## ANALISIS KETERLAMBATAN PERINGATAN LETUSAN MERAPI 2010 OLEH BPPTKG TERHADAP PERTANIAN SAWAH DI SLEMAN

Rayi Kharisma Rajib<sup>1</sup>, Windy Fatika Rahmadhani<sup>2</sup>, Kamilah Zahra Zakiyah<sup>3</sup>  
Hukum, Universitas Negeri Semarang, Semarang  
E-mail: [rayirajib@mail.unnes.ac.id](mailto:rayirajib@mail.unnes.ac.id)<sup>1</sup>, [windyfatika@students.unnes.ac.id](mailto:windyfatika@students.unnes.ac.id)<sup>2</sup>,  
[kamilahzahraz@students.unnes.ac.id](mailto:kamilahzahraz@students.unnes.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterlambatan peringatan dini letusan Gunung Merapi tahun 2010 oleh BPPTKG serta dampaknya terhadap sektor pertanian sawah di Kabupaten Sleman. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan fokus pada dinamika sistem peringatan dini, faktor penyebab keterlambatan informasi, dampak terhadap pertanian, serta implikasinya terhadap ketahanan masyarakat dan sistem mitigasi bencana. Data diperoleh melalui studi literatur, dokumentasi, dan analisis berbagai sumber ilmiah yang relevan mengenai kebencanaan, komunikasi krisis, serta pertanian pascaerupsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlambatan peringatan dini dipengaruhi oleh faktor teknis pemantauan vulkanik, keterbatasan integrasi sistem informasi, lemahnya koordinasi kelembagaan, serta hambatan dalam komunikasi krisis. Keterlambatan tersebut berdampak signifikan terhadap sektor pertanian sawah di Sleman, seperti kerusakan tanaman, gangguan sistem irigasi, penurunan kualitas tanah, serta meningkatnya kerugian ekonomi petani akibat tidak adanya waktu yang cukup untuk melakukan mitigasi. Selain itu, keterlambatan informasi juga memengaruhi kesiapsiagaan, tingkat kerentanan, dan kepercayaan masyarakat terhadap sistem peringatan dini. Penelitian ini menegaskan bahwa efektivitas sistem peringatan dini memiliki peran penting dalam meminimalkan dampak bencana dan meningkatkan ketahanan masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan penguatan pada aspek teknologi, koordinasi antar lembaga, integrasi sistem informasi, dan strategi komunikasi kebencanaan agar sistem mitigasi bencana dapat berjalan lebih responsif dan efektif di masa mendatang.

### Kata kunci

**peringatan dini, erupsi Gunung Merapi, BPPTKG, pertanian sawah, mitigasi bencana, ketahanan masyarakat**

### ABSTRACT

*This study aims to analyze the delay in the early warning system issued by BPPTKG during the 2010 Mount Merapi eruption and its impact on rice field agriculture in Sleman Regency. The research employed a descriptive qualitative approach focusing on the dynamics of the early warning system, the factors causing delays in information delivery, the impacts on agricultural sectors, and the implications for community resilience and disaster mitigation systems. Data were obtained through literature studies, documentation, and analysis of various scientific sources related to disaster management, crisis communication, and post-eruption agriculture. The findings indicate that the delay in early warning dissemination was influenced by technical limitations in volcanic monitoring, inadequate integration of information systems, weak institutional coordination, and obstacles in crisis communication. The delay significantly affected rice field agriculture in Sleman, including crop destruction, disruption of irrigation systems, declining soil quality, and increasing economic losses for farmers due to insufficient time to conduct mitigation efforts. Furthermore, delayed information also affected community preparedness, vulnerability levels, and public trust in the early warning system. This study emphasizes that the effectiveness of an early warning system plays a crucial role in minimizing disaster impacts and strengthening community resilience. Therefore, improvements are needed in technological capacity, inter-institutional coordination, information system*

**Keywords**

*integration, and disaster communication strategies to create a more responsive and effective disaster mitigation system in the future.*  
**early warning system, Mount Merapi eruption, BPPTKG, rice field agriculture, disaster mitigation, community resilience**

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada pada kawasan Ring of Fire sehingga memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap berbagai jenis bencana alam, khususnya bencana geologi seperti gempa bumi dan letusan gunung api. Salah satu gunung api paling aktif di Indonesia adalah Gunung Merapi yang terletak di perbatasan Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah (Honesti et al., 2024). Erupsi besar yang terjadi pada tahun 2010 menjadi salah satu peristiwa bencana paling signifikan dalam sejarah kebencanaan Indonesia karena dampaknya yang luas terhadap aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi masyarakat. Dampak tersebut tidak hanya bersifat langsung seperti kerusakan infrastruktur dan korban jiwa, tetapi juga berdampak jangka panjang terhadap sektor produktif, terutama pertanian sawah yang menjadi tulang punggung ekonomi masyarakat di wilayah Kabupaten Sleman (Aprilian et al., 2023). Sektor pertanian, khususnya lahan persawahan, merupakan salah satu sektor yang sangat rentan terhadap dampak erupsi gunung api. Material vulkanik seperti abu, pasir, dan lahar tidak hanya merusak tanaman yang sedang tumbuh, tetapi juga mengubah struktur dan kesuburan tanah secara signifikan. Perubahan ini dapat bersifat sementara maupun permanen, tergantung pada intensitas erupsi dan karakteristik material vulkanik yang dihasilkan. Penelitian menunjukkan bahwa aktivitas vulkanik dapat menyebabkan degradasi dan sedimentasi pada wilayah aliran sungai yang berimplikasi pada sistem irigasi pertanian, sehingga memperburuk kondisi produksi pertanian pascabencana (Aprilian et al., 2023). Selain itu, aktivitas pertanian di wilayah lereng Merapi juga dipengaruhi oleh kondisi tanah dan dinamika lingkungan yang terus berubah akibat aktivitas vulkanik (Kristupa et al., 2023).

Dalam konteks pengurangan risiko bencana, keberadaan sistem peringatan dini (early warning system/EWS) menjadi sangat krusial. Sistem ini berfungsi untuk memberikan informasi secara cepat, tepat, dan akurat kepada masyarakat mengenai potensi terjadinya bencana sehingga dapat dilakukan langkah mitigasi secara efektif (Rizqullah & Hermawan, 2022). Idealnya, sistem peringatan dini mampu menjembatani informasi ilmiah dari lembaga pemantau seperti BPPTKG kepada masyarakat secara real-time dan mudah dipahami. Namun, dalam praktiknya, efektivitas sistem ini seringkali menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan teknologi, kurangnya koordinasi antar lembaga, serta keterlambatan dalam penyampaian informasi kepada masyarakat (Prasojo et al., 2025). Keterlambatan dalam penyampaian peringatan dini merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan risiko dan kerentanan masyarakat terhadap bencana. Dalam kasus erupsi Merapi tahun 2010, keterlambatan informasi atau ketidaktepatan waktu dalam peringatan dapat menyebabkan masyarakat, khususnya petani, tidak memiliki cukup waktu untuk melakukan langkah-langkah antisipatif seperti penyelamatan hasil panen, pengamanan lahan, atau evakuasi sumber daya produktif. Hal ini pada akhirnya berkontribusi pada kerugian ekonomi yang lebih besar dan memperparah dampak sosial yang ditimbulkan. Tingkat kerentanan ini semakin kompleks karena dipengaruhi oleh kondisi geografis, kepadatan penduduk, serta ketergantungan masyarakat terhadap sektor pertanian (Sudirman et al., 2025).

Selain faktor teknis dalam sistem peringatan dini, aspek komunikasi krisis juga memainkan peran penting dalam penanggulangan bencana. Komunikasi yang tidak

efektif, termasuk keterlambatan penyampaian informasi, dapat menimbulkan kebingungan, misinformasi, bahkan kepanikan di kalangan masyarakat. Dalam perspektif teori komunikasi krisis, kecepatan dan keakuratan informasi menjadi faktor kunci dalam membangun kepercayaan publik dan memastikan respons yang tepat dari masyarakat terhadap ancaman bencana (Xasir et al., 2026). Di sisi lain, perkembangan sistem informasi manajemen bencana juga menunjukkan bahwa integrasi data dan distribusi informasi yang efisien sangat menentukan keberhasilan penanganan bencana secara keseluruhan (Yeni, 2026). Lebih lanjut, kerangka kebijakan penanggulangan bencana di Indonesia telah diatur melalui Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 yang menekankan pentingnya kesiapsiagaan, mitigasi, serta respons cepat dalam menghadapi bencana. Namun demikian, implementasi kebijakan tersebut di lapangan masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk dalam hal koordinasi antar lembaga, kesiapan infrastruktur, serta efektivitas sistem peringatan dini yang belum optimal (Sunarty & Akmal, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat kesenjangan antara regulasi yang ada dengan praktik implementasinya di lapangan.

Di sisi lain, dampak bencana tidak hanya terbatas pada aspek fisik dan ekonomi, tetapi juga meluas ke aspek sosial dan kesehatan masyarakat. Penanganan krisis akibat bencana memerlukan pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi agar dapat meminimalkan dampak lanjutan yang ditimbulkan (Anthony & Ismainar, 2025). Oleh karena itu, penting untuk memahami secara menyeluruh bagaimana faktor-faktor seperti keterlambatan peringatan dini, efektivitas komunikasi, serta kondisi kerentanan masyarakat saling berinteraksi dalam menentukan besarnya dampak bencana.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa keterlambatan peringatan dini dalam peristiwa erupsi Gunung Merapi tahun 2010 merupakan isu yang penting untuk dikaji secara mendalam, terutama dalam kaitannya dengan dampak terhadap sektor pertanian sawah di Kabupaten Sleman. Analisis terhadap permasalahan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem mitigasi bencana yang lebih efektif dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat di wilayah rawan bencana. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk membuat artikel yang berjudul "*Analisis Keterlambatan Peringatan Letusan Merapi 2010 oleh BPPTKG terhadap Pertanian Sawah di Sleman.*".

## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan tujuan untuk memahami secara mendalam fenomena keterlambatan peringatan letusan Gunung Merapi tahun 2010 oleh BPPTKG serta dampaknya terhadap sektor pertanian sawah di Kabupaten Sleman (Creswell, 2020). Pendekatan kualitatif dipilih karena mampu mengungkap makna di balik peristiwa, persepsi masyarakat, serta dinamika sosial yang tidak dapat dijelaskan hanya melalui data kuantitatif. Penelitian kualitatif berfokus pada pemahaman konteks, proses, dan interaksi sosial yang terjadi secara alamiah, sehingga peneliti dapat memperoleh gambaran yang utuh mengenai realitas yang diteliti (Afriзал, 2021). Penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fenomena yang terjadi di lapangan. Dalam konteks ini, peneliti berupaya mendeskripsikan bagaimana keterlambatan peringatan dini terjadi, faktor-faktor yang memengaruhinya, serta implikasinya terhadap kerusakan dan kerugian pada lahan pertanian sawah. Pendekatan deskriptif memungkinkan peneliti untuk tidak hanya memaparkan fakta, tetapi juga

memberikan interpretasi terhadap hubungan antara variabel sosial dan kejadian bencana yang diteliti (Sugiyono, 2021).

Penelitian dilakukan di wilayah Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang merupakan salah satu daerah terdampak langsung erupsi Gunung Merapi tahun 2010 dan memiliki karakteristik wilayah pertanian yang cukup dominan. Fokus penelitian diarahkan pada masyarakat petani yang mengalami dampak langsung dari erupsi, khususnya yang berkaitan dengan keterlambatan informasi peringatan dini. Penentuan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan relevansi antara fenomena yang diteliti dengan kondisi empiris di lapangan, sehingga data yang diperoleh dapat mencerminkan realitas yang sebenarnya. Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui interaksi langsung dengan informan yang memiliki pengalaman dan pengetahuan terkait peristiwa erupsi Merapi 2010, seperti petani, tokoh masyarakat, serta pihak-pihak yang terlibat dalam proses penanggulangan bencana. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari berbagai dokumen, laporan, arsip, serta literatur yang relevan dengan topik penelitian. Penggunaan kedua jenis data ini bertujuan untuk memperkuat kedalaman analisis serta meningkatkan validitas temuan penelitian (Prastowo, 2022).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi. Wawancara mendalam digunakan untuk menggali informasi secara detail mengenai pengalaman informan terkait keterlambatan peringatan dini dan dampaknya terhadap aktivitas pertanian. Observasi dilakukan untuk melihat kondisi aktual lahan pertanian serta lingkungan sekitar yang terdampak erupsi, sehingga peneliti dapat memahami situasi secara kontekstual. Sementara itu, dokumentasi digunakan untuk melengkapi data melalui berbagai sumber tertulis maupun visual yang berkaitan dengan peristiwa yang diteliti. Penggunaan berbagai teknik ini dilakukan secara terpadu untuk memperoleh data yang komprehensif dan mendalam (Sugiyono, 2021). Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara terus-menerus sejak proses pengumpulan data hingga tahap akhir penelitian. Proses analisis meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan cara memilih, memfokuskan, dan menyederhanakan data yang relevan dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, data disajikan dalam bentuk narasi deskriptif yang sistematis agar memudahkan dalam memahami hubungan antar fenomena. Tahap akhir adalah penarikan kesimpulan yang dilakukan secara induktif berdasarkan pola, tema, dan hubungan yang ditemukan dalam data (Creswell, 2020).

Untuk menjamin keabsahan data, penelitian ini menggunakan teknik triangulasi, baik triangulasi sumber maupun triangulasi teknik. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi yang diperoleh dari berbagai informan, sedangkan triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi. Selain itu, peneliti juga melakukan pengecekan ulang data kepada informan untuk memastikan kesesuaian antara data yang diperoleh dengan kondisi yang sebenarnya. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan memiliki tingkat kredibilitas, transferabilitas, dan dependabilitas yang tinggi (Afrizal, 2021). Dengan menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif ini, penelitian diharapkan mampu memberikan pemahaman yang mendalam mengenai keterlambatan peringatan dini dalam erupsi Gunung Merapi 2010 serta dampaknya terhadap sektor pertanian sawah di Sleman. Selain itu, metode ini juga memungkinkan peneliti untuk mengungkap berbagai faktor yang mungkin tidak terlihat secara langsung, namun memiliki pengaruh signifikan terhadap efektivitas sistem peringatan dini dan ketahanan masyarakat dalam menghadapi bencana.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Dinamika Sistem Peringatan Dini Letusan Merapi Tahun 2010

Sistem peringatan dini (early warning system/EWS) dalam konteks bencana gunung api merupakan suatu mekanisme kompleks yang melibatkan integrasi antara pemantauan ilmiah, pengolahan data, pengambilan keputusan, serta distribusi informasi kepada masyarakat secara cepat dan tepat. Pada peristiwa erupsi Gunung Merapi tahun 2010, dinamika sistem peringatan dini menunjukkan adanya interaksi yang tidak sederhana antara aspek teknis, kelembagaan, dan sosial. Hal ini menegaskan bahwa efektivitas sistem peringatan dini tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh kualitas manajemen informasi serta kesiapan sistem komunikasi dalam kondisi krisis. Secara teknis, sistem peringatan dini Gunung Merapi telah dilengkapi dengan berbagai instrumen pemantauan seperti seismograf, deformasi tanah, serta pemantauan visual melalui CCTV. Teknologi ini memungkinkan deteksi dini terhadap peningkatan aktivitas vulkanik. Namun demikian, keberadaan teknologi tersebut tidak serta-merta menjamin kecepatan penyampaian informasi kepada masyarakat. Menurut Rizqullah dan Hermawan (2022), sistem peringatan dini yang efektif harus mampu mengintegrasikan proses deteksi dengan mekanisme penyebaran informasi yang inklusif dan mudah diakses oleh seluruh lapisan masyarakat. Dalam konteks Merapi 2010, terdapat indikasi bahwa proses integrasi ini belum berjalan secara optimal, sehingga terjadi jeda waktu antara deteksi aktivitas vulkanik dan penyampaian peringatan kepada masyarakat.

Dinamika ini semakin kompleks ketika dikaitkan dengan sistem informasi manajemen bencana. Sistem informasi yang tidak terintegrasi secara real-time dapat menyebabkan terhambatnya aliran informasi dari lembaga pemantau ke pengambil kebijakan hingga ke masyarakat. Yeni (2026) menegaskan bahwa keberhasilan sistem informasi bencana sangat bergantung pada kecepatan distribusi data dan koordinasi antar aktor yang terlibat. Dalam kasus Merapi 2010, keterlambatan dalam aliran informasi menunjukkan adanya kendala dalam sistem koordinasi dan distribusi data, sehingga memperlambat respons masyarakat terhadap ancaman erupsi. Selain itu, dinamika sistem peringatan dini juga dipengaruhi oleh karakteristik bencana gunung api itu sendiri yang bersifat tidak sepenuhnya dapat diprediksi. Aktivitas vulkanik memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi, sehingga pengambilan keputusan dalam menentukan status bahaya seringkali memerlukan pertimbangan yang sangat hati-hati. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengumuman peringatan dini karena adanya kebutuhan untuk memastikan akurasi data. Namun, di sisi lain, keterlambatan tersebut justru dapat meningkatkan risiko bagi masyarakat yang berada di wilayah rawan bencana.

Dari perspektif komunikasi krisis, dinamika sistem peringatan dini juga mencerminkan tantangan dalam menyampaikan informasi yang cepat sekaligus akurat. Xasir et al. (2026) menjelaskan bahwa dalam situasi krisis, informasi harus disampaikan secara tepat waktu, jelas, dan konsisten untuk menghindari kebingungan di masyarakat. Keterlambatan atau inkonsistensi informasi dapat menurunkan tingkat kepercayaan masyarakat terhadap sumber informasi resmi, yang pada akhirnya memengaruhi efektivitas respons masyarakat terhadap peringatan yang diberikan. Dalam konteks Merapi 2010, hal ini menjadi salah satu faktor yang memperumit proses mitigasi bencana. Lebih lanjut, dinamika sistem peringatan dini juga tidak dapat dilepaskan dari aspek kebijakan dan kelembagaan. Implementasi kebijakan penanggulangan bencana yang diatur dalam Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 menekankan pentingnya

kesiapsiagaan dan respons cepat dalam menghadapi bencana. Namun, dalam praktiknya, masih terdapat berbagai kendala dalam koordinasi antar lembaga serta dalam implementasi kebijakan di lapangan (Sunarty & Akmal, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa sistem peringatan dini tidak hanya merupakan isu teknis, tetapi juga merupakan bagian dari sistem tata kelola bencana yang lebih luas. Dinamika tersebut juga berdampak pada sektor-sektor lain, termasuk sektor pertanian dan lingkungan. Erupsi Merapi 2010 menyebabkan perubahan signifikan pada kondisi lingkungan, seperti degradasi tanah dan sedimentasi sungai yang berdampak pada sistem irigasi pertanian (Aprilian et al., 2023). Dampak ini semakin diperparah apabila peringatan dini tidak disampaikan secara tepat waktu, sehingga masyarakat tidak memiliki kesempatan untuk melakukan langkah mitigasi. Selain itu, interaksi masyarakat dengan lingkungan vulkanik menunjukkan bahwa kemampuan adaptasi masyarakat sangat bergantung pada akses terhadap informasi yang cepat dan akurat (Sitohang et al., 2024).

Dalam konteks yang lebih luas, dinamika sistem peringatan dini juga berkaitan dengan tingkat kerentanan masyarakat terhadap bencana. Wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi memerlukan sistem peringatan dini yang lebih responsif dan adaptif. Sudirman et al. (2025) menekankan bahwa kerentanan masyarakat tidak hanya ditentukan oleh faktor geografis, tetapi juga oleh akses terhadap informasi dan kesiapan dalam menghadapi bencana. Oleh karena itu, keterlambatan dalam sistem peringatan dini dapat memperbesar risiko yang dihadapi oleh masyarakat. Selain itu, dampak bencana yang luas juga menunjukkan pentingnya integrasi antara sistem peringatan dini dengan sistem penanggulangan krisis secara keseluruhan. Penanganan bencana tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga harus mencakup aspek sosial, ekonomi, dan kesehatan masyarakat (Anthony & Ismainar, 2025). Dalam hal ini, sistem peringatan dini menjadi bagian awal dari rangkaian proses penanggulangan bencana yang menentukan efektivitas tahap-tahap selanjutnya. Dari sisi komunikasi publik, peran media juga turut memengaruhi dinamika sistem peringatan dini. Cara media membingkai informasi bencana dapat memengaruhi persepsi dan respons masyarakat terhadap risiko bencana. Dilia (2025) menunjukkan bahwa framing pemberitaan bencana dapat membentuk pemahaman masyarakat mengenai tingkat bahaya dan urgensi tindakan yang harus dilakukan. Oleh karena itu, sinergi antara lembaga pemantau, pemerintah, dan media menjadi sangat penting dalam memastikan bahwa informasi yang disampaikan kepada masyarakat bersifat akurat, konsisten, dan tepat waktu. Secara keseluruhan, dinamika sistem peringatan dini letusan Merapi tahun 2010 menunjukkan bahwa efektivitas sistem ini dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan, mulai dari teknologi, manajemen informasi, komunikasi krisis, hingga kebijakan dan kelembagaan. Keterlambatan yang terjadi tidak dapat dilihat sebagai kegagalan tunggal, tetapi sebagai refleksi dari kompleksitas sistem kebencanaan yang masih memerlukan perbaikan secara menyeluruh. Oleh karena itu, evaluasi terhadap sistem peringatan dini perlu dilakukan secara komprehensif agar dapat meningkatkan kesiapsiagaan dan ketahanan masyarakat dalam menghadapi bencana di masa mendatang.

### **3.2 Faktor Penyebab Keterlambatan Peringatan oleh BPPTKG**

Keterlambatan peringatan dini dalam peristiwa erupsi Gunung Merapi tahun 2010 tidak dapat dipahami sebagai fenomena tunggal, melainkan sebagai hasil dari interaksi berbagai faktor yang bersifat teknis, struktural, kelembagaan, hingga sosial-komunikatif. Kompleksitas ini menunjukkan bahwa sistem peringatan dini merupakan suatu sistem multidimensional yang melibatkan berbagai komponen yang saling bergantung satu sama lain. Ketika salah satu komponen mengalami hambatan, maka keseluruhan sistem dapat terganggu dan berimplikasi pada keterlambatan penyampaian informasi kepada

masyarakat. Salah satu faktor utama yang memengaruhi keterlambatan adalah aspek teknis dalam proses pemantauan dan analisis aktivitas vulkanik. Aktivitas gunung api memiliki karakteristik yang dinamis dan tidak selalu dapat diprediksi secara pasti, sehingga memerlukan analisis data yang cermat dan berlapis sebelum informasi disampaikan kepada publik. Proses validasi data ini penting untuk menghindari kesalahan informasi yang dapat menimbulkan kepanikan massal. Namun, di sisi lain, proses tersebut juga berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan. Rizqullah dan Hermawan (2022) menekankan bahwa sistem peringatan dini yang ideal harus mampu menyeimbangkan antara kecepatan dan akurasi informasi, karena keterlambatan sekecil apa pun dapat berdampak signifikan terhadap keselamatan masyarakat. Selain itu, keterbatasan dalam integrasi teknologi juga menjadi faktor penting. Meskipun teknologi seperti seismograf dan CCTV telah digunakan dalam pemantauan aktivitas vulkanik, efektivitasnya sangat bergantung pada kemampuan sistem dalam mengolah dan mendistribusikan data secara real-time. Prasojo et al. (2025) menyatakan bahwa kombinasi teknologi dalam sistem EWS dapat meningkatkan akurasi deteksi, tetapi tidak serta-merta menjamin kecepatan respons jika tidak didukung oleh sistem komunikasi yang efisien. Dengan demikian, keterlambatan peringatan tidak hanya disebabkan oleh keterbatasan alat, tetapi juga oleh kurangnya integrasi antara teknologi dan sistem informasi.

Faktor berikutnya adalah kelemahan dalam sistem informasi manajemen bencana. Sistem informasi yang tidak terintegrasi dengan baik dapat menyebabkan terhambatnya aliran informasi dari lembaga pemantau ke pengambil kebijakan dan akhirnya ke masyarakat. Yeni (2026) menjelaskan bahwa sistem informasi bencana yang efektif harus mampu menyediakan data secara cepat, akurat, dan mudah diakses oleh seluruh pemangku kepentingan. Dalam kasus Merapi 2010, keterlambatan distribusi informasi menunjukkan adanya kendala dalam koordinasi data dan komunikasi antar lembaga, sehingga memperlambat proses pengambilan keputusan dan respons di lapangan. Selain faktor teknis dan sistem informasi, aspek kelembagaan dan tata kelola juga memiliki peran yang signifikan. Penanggulangan bencana di Indonesia melibatkan berbagai lembaga dengan fungsi dan kewenangan yang berbeda, sehingga memerlukan koordinasi yang kuat dan terintegrasi. Namun, dalam praktiknya, koordinasi antar lembaga seringkali menghadapi berbagai kendala, seperti perbedaan prosedur, keterbatasan sumber daya, serta kurangnya sinkronisasi dalam pengambilan keputusan. Sunarty dan Akmal (2024) menunjukkan bahwa implementasi kebijakan penanggulangan bencana masih menghadapi berbagai hambatan, terutama dalam hal koordinasi dan kesiapsiagaan antar lembaga. Hal ini mengindikasikan bahwa keterlambatan peringatan dini juga merupakan refleksi dari kelemahan dalam sistem tata kelola bencana secara keseluruhan.

Dari perspektif komunikasi krisis, keterlambatan peringatan juga dapat disebabkan oleh kurangnya strategi komunikasi yang efektif dalam situasi darurat. Dalam kondisi krisis, informasi harus disampaikan secara cepat, jelas, dan konsisten agar dapat dipahami oleh masyarakat dan mendorong tindakan yang tepat. Xasir et al. (2026) menekankan bahwa kegagalan dalam komunikasi krisis, termasuk keterlambatan informasi, dapat menyebabkan kebingungan, misinformasi, bahkan ketidakpercayaan terhadap sumber informasi resmi. Dalam konteks Merapi 2010, hal ini menjadi tantangan tersendiri karena masyarakat membutuhkan informasi yang cepat untuk mengambil keputusan terkait keselamatan dan aktivitas ekonomi mereka. Peran media dalam menyampaikan informasi bencana juga menjadi faktor yang tidak dapat diabaikan. Cara media membingkai (framing) informasi bencana dapat memengaruhi persepsi masyarakat terhadap tingkat risiko dan urgensi tindakan yang harus dilakukan. Dilia

(2025) menunjukkan bahwa framing pemberitaan bencana dapat membentuk opini publik dan memengaruhi respons masyarakat terhadap informasi yang disampaikan. Apabila informasi yang diterima masyarakat tidak konsisten atau terlambat, maka dapat menimbulkan kebingungan dan mengurangi efektivitas peringatan dini.

Selain itu, faktor sosial dan tingkat kerentanan masyarakat juga turut memengaruhi dampak dari keterlambatan peringatan. Masyarakat yang memiliki tingkat kerentanan tinggi, seperti petani di wilayah lereng Merapi, sangat bergantung pada informasi yang cepat dan akurat untuk melindungi sumber penghidupan mereka. Sudirman et al. (2025) menyatakan bahwa kerentanan masyarakat terhadap bencana dipengaruhi oleh faktor geografis, ekonomi, dan akses terhadap informasi. Keterlambatan peringatan dini dalam konteks ini tidak hanya meningkatkan risiko keselamatan, tetapi juga memperbesar kerugian ekonomi yang dialami masyarakat. Dampak keterlambatan ini juga dapat dilihat dari perubahan kondisi lingkungan dan pertanian pasca erupsi. Erupsi Merapi 2010 menyebabkan degradasi tanah, sedimentasi sungai, serta gangguan pada sistem irigasi yang sangat penting bagi pertanian sawah (Aprilian et al., 2023). Kondisi ini semakin diperparah apabila masyarakat tidak memiliki cukup waktu untuk melakukan langkah mitigasi akibat keterlambatan informasi. Selain itu, aktivitas pertanian di wilayah Merapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang dinamis akibat aktivitas vulkanik (Kristupa et al., 2023).

Interaksi masyarakat dengan lingkungan vulkanik juga menunjukkan bahwa kemampuan adaptasi sangat bergantung pada akses informasi yang memadai. Sitohang et al. (2024) menjelaskan bahwa masyarakat yang memiliki akses terhadap informasi yang cepat dan akurat cenderung lebih mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan akibat aktivitas vulkanik. Sebaliknya, keterlambatan informasi justru meningkatkan kerentanan dan memperbesar dampak yang ditimbulkan. Lebih lanjut, keterlambatan peringatan dini juga berdampak pada aspek sosial dan kesehatan masyarakat. Penanganan krisis akibat bencana memerlukan respons yang cepat dan terkoordinasi untuk meminimalkan dampak lanjutan. Anthony dan Ismainar (2025) menekankan bahwa keterlambatan dalam respons bencana dapat memperburuk kondisi kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, sistem peringatan dini yang tidak optimal dapat berimplikasi luas terhadap berbagai aspek kehidupan masyarakat. Secara keseluruhan, faktor penyebab keterlambatan peringatan oleh BPPTKG dalam erupsi Merapi 2010 merupakan hasil dari kombinasi berbagai faktor yang saling berkaitan, mulai dari aspek teknis, sistem informasi, kelembagaan, komunikasi, hingga kondisi sosial masyarakat. Keterlambatan tersebut tidak dapat dipandang sebagai kegagalan individu atau lembaga semata, melainkan sebagai refleksi dari kompleksitas sistem kebencanaan yang masih memerlukan perbaikan secara menyeluruh. Oleh karena itu, upaya peningkatan efektivitas sistem peringatan dini harus dilakukan secara komprehensif dengan memperhatikan seluruh aspek yang terlibat, sehingga mampu mengurangi risiko dan meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap bencana di masa mendatang.

### **3.3 Dampak Keterlambatan terhadap Pertanian Sawah di Sleman**

Keterlambatan dalam penyampaian peringatan dini pada peristiwa erupsi Gunung Merapi tahun 2010 memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap sektor pertanian sawah di Kabupaten Sleman. Dampak tersebut tidak hanya bersifat langsung dan fisik, tetapi juga meluas ke aspek ekologis, sosial, dan ekonomi yang saling berkaitan. Dalam konteks ini, keterlambatan informasi menjadi faktor krusial yang memperbesar tingkat kerugian yang dialami oleh petani, karena mengurangi kemampuan mereka untuk melakukan tindakan mitigasi secara tepat waktu. Secara langsung, keterlambatan

peringatan dini menyebabkan petani tidak memiliki cukup waktu untuk menyelamatkan hasil panen yang hampir siap dipanen. Dalam kondisi ideal, informasi yang cepat memungkinkan petani melakukan panen dini atau mengamankan aset pertanian seperti alat, benih, dan pupuk. Namun, ketika informasi datang terlambat, maka seluruh proses produksi pertanian yang telah berjalan selama berbulan-bulan dapat hilang dalam waktu singkat akibat tertutup abu vulkanik, aliran lahar, maupun awan panas. Kondisi ini menunjukkan bahwa waktu dalam sistem peringatan dini memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi bagi masyarakat agraris.

Selain kerusakan tanaman, dampak yang lebih kompleks terjadi pada kualitas dan struktur tanah. Material vulkanik yang dihasilkan dari erupsi Merapi, seperti abu, pasir, dan batuan, dapat menyebabkan perubahan sifat fisik dan kimia tanah. Dalam jangka pendek, abu vulkanik dapat menutup permukaan tanah dan menghambat proses fotosintesis tanaman. Sementara itu, dalam jangka panjang, material tersebut dapat menyebabkan perubahan struktur tanah yang memengaruhi kesuburan dan produktivitas lahan. Aprilian et al. (2023) menjelaskan bahwa erupsi Merapi menyebabkan terjadinya degradasi dan sedimentasi pada wilayah sungai yang berdampak pada sistem irigasi pertanian. Gangguan pada sistem irigasi ini secara langsung memengaruhi ketersediaan air bagi lahan sawah, sehingga memperburuk kondisi pertanian pascabencana. Dampak terhadap tanah juga berkaitan dengan aktivitas pertanian yang berlangsung di wilayah lereng Merapi. Kristupa et al. (2023) menunjukkan bahwa kualitas tanah di wilayah Pakem, Sleman, sangat dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik. Meskipun dalam jangka panjang material vulkanik dapat meningkatkan kesuburan tanah, namun dalam jangka pendek dampaknya justru merusak dan menghambat produksi pertanian. Dalam situasi keterlambatan peringatan dini, petani tidak memiliki waktu yang cukup untuk melakukan adaptasi terhadap perubahan kondisi tanah tersebut, sehingga memperbesar kerugian yang dialami.

Lebih lanjut, keterlambatan peringatan dini juga berdampak pada sistem sosial ekonomi masyarakat. Pertanian sawah merupakan sumber utama pendapatan bagi sebagian besar masyarakat di Sleman, sehingga kerusakan pada sektor ini secara langsung memengaruhi kesejahteraan masyarakat. Kehilangan hasil panen tidak hanya berdampak pada pendapatan petani, tetapi juga pada ketahanan pangan lokal. Honesti et al. (2024) menegaskan bahwa dampak erupsi gunung api tidak hanya terbatas pada kerusakan lingkungan, tetapi juga mencakup aspek sosial dan ekonomi yang dapat berlangsung dalam jangka panjang. Dari perspektif kerentanan, keterlambatan informasi memperburuk kondisi masyarakat yang sudah berada dalam situasi rentan. Sudirman et al. (2025) menyatakan bahwa tingkat kerentanan masyarakat terhadap bencana dipengaruhi oleh faktor geografis, ekonomi, dan akses terhadap informasi. Dalam konteks ini, petani di wilayah lereng Merapi merupakan kelompok yang sangat rentan karena ketergantungan mereka terhadap lahan pertanian serta keterbatasan akses terhadap sumber daya alternatif. Keterlambatan peringatan dini semakin memperbesar risiko yang mereka hadapi, baik dari segi keselamatan maupun ekonomi.

Interaksi antara masyarakat dan lingkungan vulkanik juga menunjukkan bahwa akses terhadap informasi menjadi faktor penting dalam menentukan kemampuan adaptasi masyarakat. Sitohang et al. (2024) menjelaskan bahwa masyarakat yang memiliki akses informasi yang cepat dan akurat cenderung lebih mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan akibat aktivitas vulkanik. Sebaliknya, keterlambatan informasi menghambat proses adaptasi tersebut, sehingga masyarakat tidak siap menghadapi dampak yang terjadi. Selain itu, keterlambatan peringatan dini juga berdampak pada aspek psikologis dan sosial masyarakat. Ketidakpastian informasi dapat

menimbulkan kecemasan, kebingungan, dan ketidakpercayaan terhadap sumber informasi resmi. Dalam konteks komunikasi krisis, kondisi ini dapat memperburuk respons masyarakat terhadap bencana. Xasir et al. (2026) menekankan bahwa komunikasi yang tidak tepat waktu dapat mengganggu proses pengambilan keputusan masyarakat dalam situasi darurat. Hal ini menunjukkan bahwa keterlambatan informasi tidak hanya berdampak secara fisik, tetapi juga memengaruhi aspek mental dan sosial masyarakat.

Dari sisi sistem penanggulangan bencana, keterlambatan peringatan dini juga mencerminkan adanya kelemahan dalam implementasi kebijakan dan sistem informasi. Yeni (2026) menyatakan bahwa efektivitas sistem informasi manajemen bencana sangat bergantung pada kecepatan dan ketepatan distribusi informasi. Keterlambatan dalam sistem ini dapat menghambat koordinasi antar lembaga serta memperlambat respons di tingkat masyarakat. Hal ini menunjukkan bahwa dampak terhadap pertanian tidak hanya disebabkan oleh faktor alam, tetapi juga oleh faktor sistemik dalam pengelolaan bencana. Lebih jauh, dampak keterlambatan ini juga berimplikasi pada aspek kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Kehilangan sumber penghasilan dapat menyebabkan penurunan kualitas hidup, termasuk akses terhadap kebutuhan dasar seperti pangan dan kesehatan. Anthony dan Ismainar (2025) menegaskan bahwa penanganan krisis akibat bencana harus dilakukan secara cepat dan terintegrasi untuk mencegah dampak lanjutan yang lebih luas. Dalam konteks ini, keterlambatan peringatan dini dapat memperburuk kondisi sosial ekonomi masyarakat pascabencana.

Dari perspektif komunikasi publik, peran media juga memengaruhi bagaimana masyarakat memahami dan merespons informasi bencana. Dilia (2025) menunjukkan bahwa framing pemberitaan bencana dapat membentuk persepsi masyarakat terhadap tingkat risiko. Apabila informasi yang diterima terlambat atau tidak konsisten, maka masyarakat dapat mengalami kebingungan dalam menentukan tindakan yang harus dilakukan, termasuk dalam konteks perlindungan terhadap lahan pertanian. Secara keseluruhan, dampak keterlambatan peringatan dini terhadap pertanian sawah di Sleman bersifat multidimensional dan saling berkaitan. Dampak tersebut tidak hanya terbatas pada kerusakan fisik tanaman dan lahan, tetapi juga mencakup aspek ekonomi, sosial, lingkungan, dan psikologis masyarakat. Keterlambatan informasi menjadi faktor yang memperbesar seluruh dampak tersebut karena mengurangi kemampuan masyarakat untuk melakukan mitigasi secara efektif. Oleh karena itu, peningkatan kecepatan dan efektivitas sistem peringatan dini menjadi sangat penting untuk melindungi sektor pertanian serta meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap bencana di masa mendatang.

### **3.4 Implikasi terhadap Ketahanan Masyarakat dan Evaluasi Sistem Mitigasi**

Keterlambatan dalam penyampaian peringatan dini pada erupsi Gunung Merapi tahun 2010 tidak hanya berdampak pada kerugian fisik dan ekonomi, tetapi juga memiliki implikasi yang sangat luas terhadap ketahanan masyarakat (*community resilience*) serta efektivitas sistem mitigasi bencana secara keseluruhan. Ketahanan masyarakat dalam konteks bencana mencerminkan kemampuan individu maupun komunitas untuk mengantisipasi, merespons, beradaptasi, dan pulih dari dampak bencana. Oleh karena itu, sistem peringatan dini yang tidak optimal akan secara langsung melemahkan kapasitas ketahanan tersebut. Salah satu implikasi utama dari keterlambatan peringatan dini adalah menurunnya kapasitas kesiapsiagaan masyarakat. Kesiapsiagaan sangat bergantung pada akses terhadap informasi yang cepat, akurat, dan dapat dipercaya. Ketika informasi disampaikan terlambat, masyarakat kehilangan waktu krusial untuk

melakukan tindakan mitigasi, seperti evakuasi, penyelamatan aset, maupun perlindungan terhadap sumber penghidupan. Rizqullah dan Hermawan (2022) menegaskan bahwa sistem peringatan dini yang inklusif harus mampu menjangkau seluruh lapisan masyarakat secara tepat waktu, karena keterlambatan informasi dapat mengurangi efektivitas respons masyarakat terhadap ancaman bencana.

Selain itu, keterlambatan informasi juga berdampak pada tingkat kepercayaan masyarakat terhadap institusi resmi. Kepercayaan merupakan elemen penting dalam sistem mitigasi bencana, karena memengaruhi sejauh mana masyarakat bersedia mengikuti arahan dan kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah atau lembaga terkait. Dalam situasi di mana peringatan dianggap terlambat atau tidak konsisten, masyarakat cenderung mengandalkan sumber informasi alternatif yang belum tentu akurat. Xasir et al. (2026) menjelaskan bahwa dalam komunikasi krisis, kecepatan dan konsistensi informasi sangat penting untuk menjaga kepercayaan publik. Ketika kepercayaan ini menurun, maka efektivitas sistem mitigasi secara keseluruhan juga akan terganggu. Implikasi lainnya terlihat pada kemampuan adaptasi masyarakat terhadap lingkungan pascabencana. Masyarakat yang tinggal di kawasan lereng Merapi memiliki hubungan yang erat dengan lingkungan vulkanik, sehingga kemampuan adaptasi menjadi faktor kunci dalam mempertahankan keberlangsungan hidup. Sitohang et al. (2024) menunjukkan bahwa interaksi masyarakat dengan lingkungan vulkanik sangat dipengaruhi oleh akses informasi dan pengetahuan mengenai risiko bencana. Keterlambatan peringatan dini menghambat proses adaptasi tersebut, karena masyarakat tidak memiliki cukup waktu untuk menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi lingkungan.

Dari perspektif kerentanan, keterlambatan peringatan dini memperbesar ketimpangan dalam kapasitas ketahanan masyarakat. Kelompok masyarakat yang memiliki keterbatasan akses terhadap informasi, sumber daya, dan teknologi cenderung lebih rentan terhadap dampak bencana. Sudirman et al. (2025) menekankan bahwa kerentanan masyarakat tidak hanya ditentukan oleh faktor geografis, tetapi juga oleh akses terhadap informasi dan kesiapan dalam menghadapi bencana. Dengan demikian, keterlambatan peringatan dini dapat memperdalam ketimpangan sosial dan meningkatkan risiko bagi kelompok rentan. Dalam konteks sistem mitigasi, keterlambatan peringatan dini menunjukkan adanya kelemahan dalam integrasi antara berbagai komponen sistem, mulai dari pemantauan, pengolahan data, hingga distribusi informasi. Sistem mitigasi yang efektif seharusnya mampu menghubungkan seluruh komponen tersebut secara terkoordinasi dan responsif. Namun, dalam kasus Merapi 2010, keterlambatan informasi menunjukkan adanya hambatan dalam sistem tersebut. Yeni (2026) menjelaskan bahwa sistem informasi manajemen bencana yang efektif harus mampu menyediakan data secara real-time dan mendukung pengambilan keputusan yang cepat. Keterlambatan dalam sistem ini menunjukkan perlunya evaluasi dan perbaikan dalam infrastruktur informasi dan komunikasi bencana.

Selain itu, evaluasi terhadap sistem mitigasi juga harus mencakup aspek kebijakan dan tata kelola. Implementasi kebijakan penanggulangan bencana di Indonesia telah diatur dalam Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, yang menekankan pentingnya kesiapsiagaan dan respons cepat. Namun, dalam praktiknya, masih terdapat berbagai kendala dalam koordinasi antar lembaga dan implementasi kebijakan di lapangan. Sunarty dan Akmal (2024) menunjukkan bahwa tantangan utama dalam penanggulangan bencana adalah kurangnya sinkronisasi antar lembaga serta keterbatasan dalam kapasitas kelembagaan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mitigasi tidak hanya memerlukan teknologi yang canggih, tetapi juga tata kelola yang efektif dan terintegrasi.

Implikasi keterlambatan peringatan dini juga terlihat pada aspek ekonomi dan keberlanjutan mata pencaharian masyarakat. Kerusakan pada sektor pertanian, khususnya pertanian sawah, berdampak langsung pada pendapatan dan ketahanan ekonomi masyarakat. Kristupa et al. (2023) menunjukkan bahwa aktivitas pertanian di wilayah Sleman sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, sehingga gangguan akibat bencana dapat berdampak signifikan terhadap produktivitas dan kualitas hasil pertanian. Dalam kondisi ini, sistem mitigasi yang tidak optimal akan memperlambat proses pemulihan ekonomi masyarakat.

Dari sisi lingkungan, keterlambatan peringatan dini juga berimplikasi pada meningkatnya kerusakan ekologis. Erupsi Merapi menyebabkan perubahan signifikan pada kondisi lingkungan, termasuk degradasi tanah dan sedimentasi sungai yang berdampak pada sistem irigasi dan ekosistem pertanian (Aprilian et al., 2023). Tanpa peringatan dini yang tepat waktu, masyarakat tidak memiliki kesempatan untuk mengurangi dampak tersebut, sehingga kerusakan yang terjadi menjadi lebih luas dan sulit untuk dipulihkan. Lebih jauh, implikasi terhadap ketahanan masyarakat juga mencakup aspek kesehatan dan kesejahteraan sosial. Bencana yang tidak ditangani dengan cepat dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, baik fisik maupun mental. Anthony dan Ismainar (2025) menekankan bahwa penanganan krisis kesehatan akibat bencana memerlukan respons yang cepat dan terkoordinasi. Keterlambatan dalam sistem peringatan dini dapat memperburuk kondisi ini, karena masyarakat tidak memiliki cukup waktu untuk mempersiapkan diri menghadapi dampak kesehatan yang ditimbulkan.

Peran media dalam sistem mitigasi juga menjadi bagian penting dalam evaluasi. Media memiliki peran strategis dalam menyampaikan informasi kepada masyarakat, tetapi juga dapat memengaruhi persepsi publik melalui cara pemberitaan. Dilia (2025) menunjukkan bahwa framing media terhadap bencana dapat memengaruhi bagaimana masyarakat memahami risiko dan merespons informasi. Oleh karena itu, sinergi antara lembaga pemantau, pemerintah, dan media menjadi sangat penting dalam memastikan bahwa informasi yang disampaikan bersifat akurat dan tepat waktu. Secara keseluruhan, keterlambatan peringatan dini pada erupsi Merapi 2010 memberikan pelajaran penting mengenai perlunya evaluasi menyeluruh terhadap sistem mitigasi bencana. Evaluasi tersebut harus mencakup aspek teknis, sistem informasi, kelembagaan, komunikasi, serta kondisi sosial masyarakat. Sistem mitigasi yang efektif tidak hanya bergantung pada teknologi, tetapi juga pada kemampuan koordinasi, komunikasi, dan partisipasi masyarakat. Oleh karena itu, upaya peningkatan sistem mitigasi harus dilakukan secara komprehensif dan berkelanjutan untuk meningkatkan ketahanan masyarakat dalam menghadapi bencana di masa mendatang.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa keterlambatan peringatan dini letusan Gunung Merapi tahun 2010 oleh BPPTKG merupakan permasalahan yang bersifat kompleks dan multidimensional karena dipengaruhi oleh faktor teknis, sistem informasi, koordinasi kelembagaan, serta komunikasi krisis dalam penanggulangan bencana. Keterlambatan tersebut menunjukkan bahwa sistem peringatan dini belum berjalan secara optimal dalam mengintegrasikan proses pemantauan aktivitas vulkanik dengan distribusi informasi kepada masyarakat secara cepat, tepat, dan efektif. Keterlambatan penyampaian informasi terbukti memberikan dampak yang besar terhadap sektor pertanian sawah di

Kabupaten Sleman. Dampak tersebut meliputi kerusakan tanaman pertanian akibat abu vulkanik dan material erupsi, terganggunya sistem irigasi karena sedimentasi sungai, penurunan kualitas tanah, serta hilangnya hasil panen yang menjadi sumber utama penghidupan masyarakat. Kondisi tersebut semakin diperparah karena petani tidak memiliki cukup waktu untuk melakukan langkah mitigasi seperti panen dini maupun pengamanan aset pertanian sebelum erupsi terjadi. Selain berdampak pada aspek fisik dan ekonomi, keterlambatan peringatan dini juga memengaruhi aspek sosial dan psikologis masyarakat. Keterlambatan informasi menyebabkan menurunnya tingkat kesiapsiagaan masyarakat, meningkatnya kerentanan kelompok petani di wilayah lereng Merapi, serta berpotensi menurunkan kepercayaan masyarakat terhadap lembaga penyedia informasi kebencanaan. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas sistem peringatan dini memiliki peran yang sangat penting dalam membangun ketahanan masyarakat terhadap risiko bencana. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi dan perbaikan secara menyeluruh terhadap sistem mitigasi bencana, khususnya pada aspek integrasi teknologi pemantauan, percepatan distribusi informasi, penguatan koordinasi antar lembaga, serta pengembangan strategi komunikasi krisis yang lebih responsif dan mudah dipahami masyarakat. Dengan adanya perbaikan tersebut, sistem peringatan dini diharapkan mampu meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat, meminimalkan kerugian pada sektor pertanian, serta memperkuat ketahanan masyarakat di wilayah rawan bencana pada masa mendatang.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal. (2021). Metode penelitian kualitatif: Sebagai upaya mendukung penggunaan penelitian kualitatif dalam berbagai disiplin ilmu. PT Rajagrafindo Persada.
- Anthony, E. K., & Ismainar, H. (2025). Analisis program penanggulangan krisis kesehatan akibat bencana di Provinsi Riau tahun 2025. *Journal of Hospital Administration and Management*, 6(2), 279–286.
- Aprilian, Z., Harlan, D., Soentoro, E. A., & Zahroni, A. (2023). Analisis agradasi, degradasi dan sedimentasi di Sungai Pabelan pasca erupsi Gunung Merapi 2010. *Sainteks: Jurnal Sain dan Teknik*, 5(2), 34–45.
- Aurelia, S. O., Listyani, A. S., Saputri, S. A., & Rajib, R. K. (2026). Penerapan klausula force majeure akibat keterlambatan perizinan ekspor: Studi kasus PT Freeport Indonesia. *Jurnal Ilmiah Nusantara*, 3(1), 1–8.
- Creswell, J. W. (2020). *Research design: Pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan mixed (A. Fawaid, Trans.)*. Pustaka Pelajar.
- Dilia, V. A. (2025, February). Analisis framing pemberitaan bencana di media daring: Studi kasus berita meletusnya Gunung Lewotobi Laki-Laki di Detik.com & Kompas.com. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Komunikasi (SENAKOM)* (Vol. 2, No. 1).
- Haidar, M. R. A., Wasistha, A. N. P., & Rajib, R. K. (2024). Implementasi hukum lingkungan terhadap pengelolaan limbah industri di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, 2(3), 60–64.
- Honesti, L., Badriana, N. R., & Honesty, H. N. (2024). Analisis dampak lingkungan dan sosial dari erupsi Gunung Merapi di Sumatera Barat. *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS)*, 2(2).
- Kastiady, S. S. P., Rajib, R. K., Qoiri, M. N., & Salikin, Z. A. N. (2024). Protection of human rights against women in an international legal perspective. *International Law Discourse in Southeast Asia*, 3(2), 221–248.

- Kristupa, T. R., Arannasta, B. J., Restriawan, B. A., & Jatmika, Y. B. (2023). Kegiatan pertanian dan dampaknya terhadap kualitas tanah di wilayah Pakem, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Mahardhika, Z. M., Hapsari, I. M., & Rajib, R. K. (2024). Urgensi reformasi hukum lingkungan terhadap perubahan iklim di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, 19(2), 235–244.
- Majid, N. S., Setyaningsih, R., & Rajib, R. K. (2024). Penyelesaian sengketa lingkungan ditinjau dari hukum perdata melalui gugatan class action. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 1(3), 263–268.
- Prasojo, A. G., Susilo, C., & Hamid, M. A. (2025). Efektivitas kombinasi EWS (seismograf dan CCTV) terhadap respon masyarakat kelompok rentan dalam situasi gawat darurat di Gunung Semeru.
- Prastowo. (2022). *Metode penelitian kualitatif dalam perspektif rancangan penelitian* (S. Meta, Ed.; Edisi II). AR-RUZZ Media.
- Putri, F. E. A., Damayanti, N. A., & Rajib, R. K. (2024). Urgensi perlindungan ekosistem terumbu karang di Indonesia guna menyongsong program Sustainable Development Goals (SDGs) point 14. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(24.2), 385–393.
- Putri, P. A., Kusuma, D. A., & Rajib, R. K. (2024). Eksistensi legal standing organisasi lingkungan dalam menghadapi sengketa lingkungan hidup di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Research Student*, 1(5), 308–318.
- Putro, H., Rosadi, D. I., Pebriananta, R., & Rajib, R. K. (2024). Melangkah menuju lingkungan yang berkelanjutan: Tantangan dan solusi untuk masa depan bumi. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 1(3), 111–120.
- Rajib, R. K., Athar, S., & Bafaleo, C. (2019). The sociological perspectives in case study: Empowering student capability based law in action method in Indonesia legal education. *The Indonesian Journal of International Clinical Legal Education*, 1(2).
- Rizqullah, N. R., & Hermawan, E. K. (2022). Sistem peringatan dini bencana erupsi Gunung Merapi inklusi.
- Sari, G. F. A., Yolanda, D., & Rajib, R. K. (2024). Krisis air menangani penyediaan air bersih di dunia yang semakin kekurangan sumber daya. *Jurnal Ilmiah Research Student*, 1(5), 334–341.
- Sitohang, L. L., Nisma, S. I., Putra, F. D. I., Aineviska, S. F., & Alfitri, R. (2024). Identifikasi interaksi penduduk terhadap ruang bentuklahan vulkanik di Gunungapi Merapi bagian selatan Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 8(2), 180–189.
- Sudirman, S. S., Rizkianto, T. S., Rohmana, R., & Muzani, M. (2025). Identifikasi tingkat kerentanan ancaman bencana letusan Gunung Merapi di Kota Yogyakarta. *Jurnal Geografi*, 21(1), 71–89.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sunarty, R., & Akmal, M. N. (2024). Implementasi Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 dalam penanggulangan bencana di Indonesia. *Serambi Konstruktivis*, 6(2), 117–122.
- Xasir, T. G., Halim, H. W., Sitorus, T., & Sudarto, S. (2026). Komunikasi krisis bencana gunung api dalam perspektif chaos theory dan contingency theory. *Jurnal Kajian dan Penelitian Umum*, 4(1), 1–9.
- Yeni, H. (2026). Analisis sistem informasi manajemen bencana (SIMBA) pada penanganan gempa Mamuju dan penyebaran informasi darurat. *Jurnal Ilmu Teknologi Informasi Indonesia*, 2(1), 81–86.

Yudha, E. T. (2025). Pelaksanaan izin usaha pertambangan dalam konflik antara kepentingan investasi dan perlindungan masyarakat adat. *Mustika Justice*, 4(2).