



Etika Lingkungan dan Filsafat Sains: Refleksi atas Banjir sebagai Krisis Ekologis dan Tanggung Jawab Ilmiah

Azizah Hanum OK¹, Lutfiyah Rahmi², Amanatin Nazwa³, Mutiara Mastina Fithri Daulay⁴, Diva Amanda Br Bangun⁵

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Pendidikan Agama Islam, Fakultas Tarbiyah Ilmu Keguruan

Email Korespondensi: azizahhanum@uinsu.ac.id, lutfiyah331254042@uinsu.ac.id, amanatin331254027@uinsu.ac.id, Mutiara331254061@uinsu.ac.id, diva331254048@uinsu.ac.id

Article received: 01 November 2025, Review process: 11 November 2025

Article Accepted: 25 Desember 2025, Article published: 12 Januari 2026

ABSTRACT

Flooding in Indonesia should not be understood merely as a hydrometeorological phenomenon, but as a manifestation of an ecological crisis rooted in moral failure and inadequate science-based environmental management. Emphasizing moral principles, scientific responsibility, and the relationship between scientific knowledge and public policy, this article examines flooding from the perspectives of environmental ethics and the philosophy of science. Using a qualitative literature review approach, data were collected from scholarly books, peer-reviewed journal articles, policy documents, and relevant legislation, and analyzed through a descriptive-analytical framework.

The findings indicate that flooding in Indonesia results from the complex interaction between climate change and human activities, including deforestation, land conversion, unsustainable spatial planning, and weak environmental law enforcement. From an environmental ethics perspective, this condition reflects an imbalanced human-nature relationship and a disregard for the intrinsic value of nature. From the standpoint of the philosophy of science, the study emphasizes that scientific knowledge is not value-neutral; therefore, flood-related research and policy must take into account moral responsibility, social justice, and ecosystem sustainability. This article highlights the importance of cooperation among government, scientists, and the public through science-based policies, the precautionary principle, nature-based solutions, community participation, and strengthened ecological education. Integrating scientific responsibility with the principles of environmental ethics is essential for achieving fair, sustainable, and effective flood risk management in Indonesia.

Keywords: Environmental Ethics, Flood Philosophy, Ecological Crisis, Scientific Responsibility

ABSTRAK

Banjir yang berulang di Indonesia tidak dapat dipahami semata-mata sebagai fenomena hidrometeorologis, melainkan sebagai manifestasi krisis ekologis yang berakar pada problem etis dan kegagalan pengelolaan lingkungan berbasis ilmu pengetahuan. Artikel ini bertujuan menganalisis fenomena banjir dalam perspektif etika lingkungan dan filsafat sains dengan menekankan tanggung jawab ilmiah dalam relasi antara produksi pengetahuan,

kebijakan publik, dan praktik pengelolaan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kepustakaan melalui analisis deskriptif-analitis terhadap buku rujukan, artikel jurnal ilmiah, dokumen kebijakan, serta peraturan perundang-undangan yang relevan.

Hasil kajian menunjukkan bahwa banjir di Indonesia dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara perubahan iklim dan aktivitas manusia, termasuk deforestasi, alih fungsi lahan, perencanaan tata ruang yang tidak berkelanjutan, serta lemahnya penegakan hukum lingkungan. Dalam perspektif etika lingkungan, kondisi tersebut mencerminkan relasi antroposentris yang problematik dan pengabaian nilai intrinsik alam. Sementara itu, filsafat sains menegaskan bahwa ilmu pengetahuan tidak bersifat bebas nilai, sehingga praktik ilmiah dan kebijakan penanggulangan banjir perlu mempertimbangkan dimensi moral, keadilan ekologis, dan keberlanjutan ekosistem. Artikel ini menekankan pentingnya integrasi tanggung jawab ilmiah melalui kebijakan berbasis sains, prinsip kehati-hatian, solusi berbasis alam, partisipasi publik, dan penguatan edukasi ekologis sebagai prasyarat pengelolaan lingkungan yang adil dan berkelanjutan dalam mitigasi risiko banjir di Indonesia.

Kata Kunci : *Etika Lingkungana, Filsafat banjir, Krisis Ekologis, Tangung jawab ilmiah*

PENDAHULUAN

Masalah lingkungan merupakan salah satu tantangan paling serius dalam pembangunan kontemporer karena dampaknya yang luas terhadap keberlanjutan ekosistem dan kualitas kehidupan manusia. Berbagai krisis ekologis global – seperti perubahan iklim, degradasi keanekaragaman hayati, dan meningkatnya bencana hidrometeorologis – menunjukkan bahwa persoalan lingkungan tidak dapat dipahami semata-mata sebagai persoalan teknis atau manajerial, melainkan juga mengandung dimensi moral dan epistemik yang mendalam. Sejumlah kajian mutakhir menegaskan bahwa kegagalan merespons krisis lingkungan sering kali berakar pada cara ilmu pengetahuan diproduksi dan digunakan tanpa refleksi etis yang memadai (Shrader-Frechette, 2020; Jamieson, 2022). Dalam konteks ini, etika lingkungan hadir sebagai cabang filsafat yang mengkaji relasi moral antara manusia dan alam, dengan menegaskan bahwa interaksi manusia terhadap lingkungan seharusnya didasarkan pada prinsip keberlanjutan, keadilan ekologis, serta penghormatan terhadap nilai intrinsik alam, bukan semata-mata pada pertimbangan utilitarian dan kepentingan jangka pendek (Ainia, 2025; Rida, 2025).

Salah satu manifestasi krisis ekologis yang semakin nyata di Indonesia adalah meningkatnya frekuensi dan intensitas banjir. Fenomena ini kerap dipahami secara reduktif sebagai persoalan hidrometeorologis, padahal kajian-kajian mutakhir menunjukkan bahwa faktor antropogenik – seperti deforestasi, alih fungsi lahan, urbanisasi yang tidak terkendali, serta tata kelola ruang yang tidak berkelanjutan – berkontribusi signifikan dalam memperbesar risiko dan dampak banjir (IPCC, 2022; Ward et al., 2020; Di Baldassarre et al., 2021). Dari perspektif etika lingkungan, kondisi tersebut mencerminkan relasi manusia-alam yang timpang, di mana orientasi ekonomi dan pembangunan jangka pendek sering kali

mengabaikan daya dukung ekologis, prinsip kehati-hatian, serta keadilan ekologis. Dengan demikian, banjir tidak dapat dipahami semata-mata sebagai peristiwa alamiah, melainkan juga sebagai ekspresi kegagalan etis dalam pengelolaan lingkungan dan pemanfaatan ilmu pengetahuan dalam kebijakan publik.

Dalam kajian filsafat sains kontemporer, ilmu pengetahuan tidak dipahami sebagai aktivitas yang sepenuhnya bebas nilai, melainkan sebagai praktik epistemik yang senantiasa berkelindan dengan asumsi, kepentingan, dan pertimbangan normatif. Proses produksi pengetahuan—mulai dari perumusan masalah, pemilihan metode, hingga interpretasi data—selalu melibatkan penilaian nilai yang berimplikasi pada arah kebijakan publik dan distribusi risiko sosial (Douglas, 2009; Longino, 2013). Perspektif ini menjadi sangat relevan dalam isu-isu lingkungan, termasuk banjir, karena rekomendasi ilmiah secara langsung memengaruhi pengambilan keputusan politik, pengelolaan sumber daya alam, serta keadilan sosial-ekologis bagi kelompok rentan (Elliott, 2017; Rida, 2025). Oleh karena itu, peran ilmuwan tidak dapat dibatasi pada penyediaan data teknis semata, melainkan juga mencakup tanggung jawab moral atas konsekuensi sosial dan ekologis dari pengetahuan yang dihasilkan.

Tanggung jawab ilmiah dalam penelitian dan kebijakan lingkungan menuntut praktik keilmuan yang akuntabel, transparan, dan inklusif. Sejumlah studi menunjukkan bahwa kebijakan pengurangan risiko bencana, khususnya banjir, masih menghadapi kendala serius pada tingkat implementasi, terutama dalam mengintegrasikan temuan ilmiah ke dalam perencanaan wilayah dan tata kelola lingkungan yang efektif (Agustina et al., 2024; Assiddiqi Ridwan et al., 2024). Kesenjangan antara pengetahuan ilmiah dan praktik kebijakan ini tidak hanya memperbesar risiko ekologis, tetapi juga memperkuat ketidakadilan sosial bagi kelompok masyarakat yang paling rentan terhadap dampak banjir.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji banjir dari perspektif teknis, kebijakan, dan mitigasi bencana, kajian yang secara eksplisit mengaitkan etika lingkungan, filsafat sains, dan tanggung jawab ilmiah dalam penanganan banjir masih relatif terbatas. Padahal, banjir melibatkan tidak hanya aspek fisik, tetapi juga dimensi normatif yang menentukan arah kebijakan publik dan kualitas keadilan ekologis. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk menganalisis fenomena banjir di Indonesia dalam perspektif etika lingkungan dan filsafat sains, dengan menempatkan tanggung jawab ilmiah sebagai penghubung epistemik dan etis antara pengetahuan sains dan kebijakan publik yang berkeadilan dan berkelanjutan.

METODE

Artikel ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kepustakaan. Data diperoleh dari buku rujukan ilmiah, artikel jurnal nasional terindeks dan jurnal internasional bereputasi, serta dokumen kebijakan dan peraturan perundang-undangan yang relevan dengan isu banjir dan pengelolaan

lingkungan. Analisis data dilakukan secara deskriptif-analitis dan kritis dengan menggunakan kerangka etika lingkungan dan filsafat sains untuk mengkaji relasi antara aktivitas manusia, produksi pengetahuan ilmiah, dan implikasi normatifnya dalam kebijakan penanggulangan banjir. Pendekatan ini digunakan untuk menghasilkan pemahaman konseptual mengenai banjir sebagai krisis ekologis dan menegaskan pentingnya tanggung jawab ilmiah dalam pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Etika Lingkungan Dalam Perspektif Filsafat Sains

Etika lingkungan menempatkan prinsip moral sebagai landasan hubungan antara manusia dan alam, menekankan bahwa masalah ekologis tidak hanya bersifat teknis atau ekonomi, tetapi juga terkait kesalahan etis dalam perilaku manusia (Ainia, 2025; Saputra, Syah, & Azhar, 2023). Fenomena seperti kerusakan hutan, polusi air dan udara, serta meningkatnya risiko bencana alam menunjukkan bahwa krisis ekologis sering berakar pada keputusan manusia yang mengabaikan nilai intrinsik alam. Konsep nilai intrinsik menegaskan bahwa alam harus dihargai dan dilindungi tanpa selalu dikaitkan dengan kepentingan manusia, mendorong pergeseran paradigma dari antroposentris, yang menempatkan manusia sebagai pusat alam, menuju perspektif ekologis, yang melihat manusia sebagai bagian dari sistem kehidupan yang saling bergantung (Rida, 2025).

Tanggung jawab moral manusia tercermin dalam pengelolaan sumber daya alam, pembangunan industri, dan aktivitas ekonomi, yang harus mempertimbangkan kelestarian lingkungan dan prinsip kehati-hatian untuk mencegah kerusakan jangka panjang (Assiddiqi Ridwan, Sumpena, & Herdiana, 2024; Handam, 2025). Etika lingkungan juga menekankan keadilan antargenerasi, yang menuntut generasi saat ini menjaga kualitas ekosistem agar generasi berikutnya dapat menikmati sumber daya dan lingkungan yang seimbang (Zobel et al., 2024). Konsep ini menegaskan bahwa eksploitasi berlebihan demi keuntungan jangka pendek merupakan tindakan tidak etis, karena merugikan kepentingan kolektif dan keberlanjutan ekologis.

Penerapan etika lingkungan juga dapat dilihat pada praktik sehari-hari, misalnya penghematan energi, pengurangan penggunaan bahan berbahaya, konservasi sumber daya air dan tanah, serta pelestarian keanekaragaman hayati. Pada tingkat institusional, kebijakan publik dan pembangunan berkelanjutan harus mengintegrasikan nilai-nilai etika lingkungan agar pertumbuhan ekonomi tidak merusak keseimbangan ekologis maupun sosial (Agustina, Sumaryana, Utami, & Pancasilawan, 2024). Kebijakan berbasis sains yang memperhitungkan dampak ekologis dan sosial dapat meningkatkan efektivitas mitigasi bencana seperti banjir dan degradasi lahan.

Dengan demikian, etika lingkungan berperan strategis sebagai landasan moral dan epistemik dalam menghadapi krisis ekologis kontemporer. Integrasi

prinsip moral ini dengan tanggung jawab ilmiah memungkinkan pengelolaan lingkungan yang lebih adil, berkelanjutan, dan harmonis, memastikan manusia hidup selaras dengan alam dan mendukung keberlangsungan kehidupan di Bumi (Rida, 2025; Ainia, 2025). Pendekatan ini tidak hanya membangun kesadaran individual, tetapi juga mengarahkan kebijakan publik yang lebih bertanggung jawab dan berkeadilan ekologis.

Banjir dalam Perspektif Filsafat Sains: Tanggung Jawab Ilmiah dan Implikasi Etis

Dalam kerangka filsafat sains, banjir tidak hanya dipahami sebagai fenomena hidrometeorologis yang dapat diukur dan diprediksi, tetapi sebagai peristiwa kompleks yang memerlukan integrasi teori, model, dan data empiris dari berbagai disiplin, seperti hidrologi, klimatologi, dan perencanaan ruang (Rida, 2025; Agustina et al., 2024). Pemodelan banjir melibatkan asumsi teoritis, seperti parameter curah hujan, koefisien aliran, dan kondisi tata ruang, yang mencerminkan keputusan epistemik dan memiliki dampak langsung pada kebijakan mitigasi dan adaptasi. Oleh karena itu, analisis filsafat sains menuntut kajian kritis terhadap dasar metodologi agar rekomendasi kebijakan berbasis sains dapat diterapkan secara efektif dan kontekstual.

Filsafat sains menolak gagasan bahwa penelitian ilmiah bebas nilai. Setiap tahap penelitian, mulai dari pemilihan topik hingga interpretasi data, dipengaruhi oleh nilai-nilai dan konteks sosial (Zobel et al., 2024). Misalnya, penelitian banjir yang hanya menekankan aspek teknis tanpa mempertimbangkan dampak ekologis atau keadilan sosial berpotensi memperburuk risiko bagi kelompok rentan. Oleh sebab itu, keterbukaan terhadap asumsi nilai dan kesadaran akan implikasi etis merupakan aspek penting dalam praktik ilmiah.

Prinsip kehati-hatian dan tanggung jawab ilmiah mengharuskan evaluasi dampak ekologis jangka panjang dalam perencanaan wilayah, rekayasa sungai, atau mitigasi banjir lainnya. Penelitian terbaru menegaskan pentingnya integrasi antara ilmu pengetahuan, kebijakan, dan partisipasi masyarakat untuk menghasilkan solusi berkelanjutan yang adil (Assiddiqi Ridwan et al., 2024; Handam, 2025). Keterlibatan pemangku kepentingan lokal dan penjelasan transparan tentang asumsi serta ketidakpastian model menjadi praktik yang krusial dalam menghubungkan temuan penelitian dengan penilaian dampak sosial dan lingkungan.

Sejumlah studi kasus di Indonesia menunjukkan bahwa metode partisipatif dan transdisipliner berhasil menurunkan kerentanan terhadap banjir, memperkuat argumen bahwa orientasi ilmiah yang memperhatikan nilai adalah syarat penting bagi kebijakan pengelolaan banjir yang etis, efektif, dan berkelanjutan (Rida, 2025; Agustina et al., 2024). Dengan demikian, tanggung jawab ilmiah dan kesadaran etis harus menjadi fondasi dalam penelitian dan kebijakan pengelolaan banjir, memastikan bahwa strategi mitigasi tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga adil dan berkelanjutan bagi masyarakat dan ekosistem.

Banjir sebagai Studi Kasus Kerusakan Ekologis Akibat Aktivitas Manusia: Implikasi Etis dan Kebijakan

Banjir yang terjadi di berbagai wilayah Indonesia tidak dapat dilepaskan dari peran manusia sebagai pengelola utama lingkungan. Aktivitas antropogenik, termasuk deforestasi, alih fungsi lahan, dan tata guna ruang yang tidak berkelanjutan, memperparah dampak bencana hidrometeorologis. Salah satu contoh terbaru adalah banjir bandang dan longsor yang melanda Aceh, Sumatera Utara, dan Sumatera Barat pada akhir November 2025. Curah hujan ekstrem dipicu oleh fenomena atmosfer seperti siklon tropis, namun kerusakan hutan di hulu DAS meningkatkan risiko banjir dan memperluas dampak bencana ([Handam, 2025](#); Assiddiqi Ridwan et al., 2024).

Data resmi dari BNPB menunjukkan bahwa bencana ini menyebabkan ratusan korban jiwa, ribuan rumah terendam, dan kerusakan infrastruktur publik, termasuk jembatan dan fasilitas vital lainnya ([BNPB, 2025](#)). Banyak warga terpaksa mengungsi, dan distribusi bantuan terkendala akibat kerusakan akses transportasi. Dari perspektif filsafat sains, banjir bukan sekadar fenomena alam; ia merupakan refleksi dari kegagalan manusia dalam mengelola lingkungan berdasarkan pengetahuan ilmiah dan prinsip etis (Rida, 2025; Agustina et al., 2024). Eksploitasi berlebihan, pengalihan lahan resapan menjadi permukiman atau industri, dan kurangnya penegakan hukum lingkungan menunjukkan minimnya tanggung jawab ilmiah dan kesadaran etis. Hal ini memperlemah kemampuan sistem lingkungan untuk menahan tekanan hidrometeorologis, sehingga bencana bersifat sistemik, bukan kebetulan.

Prinsip etika lingkungan menuntut manusia sebagai steward ekosistem, bukan penguasa, sehingga keputusan terkait penggunaan lahan dan sumber daya alam harus mempertimbangkan keberlanjutan dan keadilan antargenerasi (Ainia, 2025; Zobel et al., 2024). Pendekatan ini melibatkan keterlibatan masyarakat lokal dalam perencanaan mitigasi, transparansi dalam asumsi model ilmiah, dan evaluasi dampak sosial-ekologis.

Dengan menggabungkan pengetahuan ilmiah, kebijakan berbasis sains, dan prinsip etika lingkungan, strategi mitigasi banjir dapat menjadi lebih efektif, adil, dan berkelanjutan. Upaya pemulihan pasca-bencana di Sumatra akhir 2025 menunjukkan bahwa metode partisipatif dan transdisipliner mampu mengurangi kerentanan, sekaligus membangun kesadaran kolektif untuk menjaga keseimbangan manusia dan alam ([Handam, 2025](#); Assiddiqi Ridwan et al., 2024).

Tanggung Jawab Ilmiah dan Etika dalam Pengelolaan Lingkungan: Studi Kasus Banjir Sumatra 2025

Banjir yang melanda Aceh, Sumatera Utara, dan Sumatera Barat pada akhir November 2025 menunjukkan kombinasi antara faktor alamiah dan kerusakan ekologis akibat aktivitas manusia. Curah hujan ekstrem dipicu oleh fenomena

atmosfer seperti siklon tropis, namun kerusakan hutan di hulu DAS memperparah limpasan air dan memicu longsor (Handam, 2025; Assiddiqi Ridwan et al., 2024). Selain itu, aktivitas manusia dalam alih fungsi lahan dan degradasi ekosistem memperlemah kapasitas alam untuk menahan tekanan hidrometeorologis (The Jakarta Post, 2025a).

Data BNPB menunjukkan bahwa bencana ini menyebabkan ratusan hingga ribuan korban jiwa, ribuan warga mengungsi, dan kerusakan infrastruktur publik yang meluas, termasuk jembatan dan fasilitas vital (BNPB, 2025a; BNPB, 2025b). Laporan The Jakarta Post menekankan bahwa kerusakan fasilitas dan terganggunya transportasi memperburuk dampak sosial, sehingga evakuasi dan distribusi bantuan mengalami hambatan serius (The Jakarta Post, 2025b). Fenomena ini menegaskan bahwa banjir parah bukan semata-mata hasil hujan ekstrem, tetapi juga akibat praktik pengelolaan lingkungan yang tidak berkelanjutan.

Dalam perspektif filsafat sains, banjir tidak hanya fenomena alamiah; ia mencerminkan kegagalan manusia dalam menerapkan pengetahuan ilmiah dan prinsip etis. Model ilmiah dan interpretasi data dipengaruhi oleh nilai sosial, ekonomi, dan kebijakan yang berlaku. Ketika pengelolaan hutan, tata ruang, dan alih fungsi lahan mengabaikan prinsip kehati-hatian dan keadilan ekologis, ilmuwan memiliki tanggung jawab etis untuk mengevaluasi dampak kebijakan dan rekomendasi mitigasi (Agustina et al., 2024; Rida, 2025).

Aktivitas manusia yang mengurangi fungsi ekologis, seperti deforestasi dan konversi lahan resapan menjadi permukiman atau industri, memperburuk risiko banjir (Reuters, 2025). Oleh karena itu, tanggung jawab ilmiah menuntut transparansi dalam asumsi model, keterlibatan pemangku kepentingan lokal, dan pengakuan terhadap nilai sosial-ekologis dalam mitigasi. Pendekatan kolaboratif antara ilmuwan, pemerintah, dan masyarakat memastikan kebijakan menjadi adil, kontekstual, dan berkelanjutan (Zobel et al., 2024; Agustina et al., 2024).

Banjir Sumatra 2025 menjadi studi kasus empiris yang menunjukkan bahwa tanggung jawab ilmiah dan solusi etis dalam pengelolaan lingkungan tidak semata-mata bersifat teknis, melainkan juga mencakup dimensi moral dan kebijakan publik. Integrasi pengetahuan ilmiah dengan nilai etika dalam pengambilan keputusan adalah kunci untuk mengurangi risiko bencana dan membangun kesadaran kolektif terhadap keseimbangan manusia dan alam.

SIMPULAN

Banjir bukan sekadar fenomena alam; ia mencerminkan ketidakmampuan manusia dalam mengelola lingkungan secara berkelanjutan. Dari perspektif etika lingkungan, alam memiliki nilai intrinsik yang menuntut pergeseran paradigma dari antroposentris ke ekologis, di mana manusia memegang tanggung jawab moral untuk menjaga keseimbangan ekosistem, menerapkan prinsip kehati-hatian, dan menjunjung keadilan antargenerasi. Dalam kerangka filsafat sains, banjir dipahami sebagai fenomena kompleks yang tidak netral secara nilai. Oleh karena

itu, strategi mitigasi harus melampaui pendekatan teknis semata, dengan memperhitungkan moralitas, keadilan sosial, keberlanjutan lingkungan, dan keterlibatan masyarakat. Aktivitas manusia seperti deforestasi, alih fungsi lahan, dan perencanaan tata ruang yang buruk secara langsung meningkatkan risiko banjir, sehingga menegaskan perlunya integrasi nilai etis dalam praktik ilmiah dan kebijakan publik. Pencegahan dan mitigasi banjir memerlukan tanggung jawab ilmiah dan solusi etis yang diwujudkan melalui kolaborasi antara ilmuwan, pemerintah, dan masyarakat. Upaya ini meliputi penerapan kebijakan berbasis sains dan prinsip kehati-hatian, penegakan hukum lingkungan, edukasi ekologis, serta penerapan solusi berbasis alam yang adil dan berkelanjutan. Dengan demikian, integrasi sains, etika, dan partisipasi masyarakat menjadi prasyarat bagi pengelolaan risiko banjir yang efektif, berkeadilan, dan mampu menjaga kelestarian lingkungan untuk generasi sekarang dan mendatang.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, I., Sumaryana, A., Utami, S. B., & Pancasilawan, R. (2024). Environmental governance and flood risk management in Indonesia: Challenges and policy implications. *Journal of Environmental Policy and Governance*, 34(2), 145–160. <https://doi.org/10.1002/eet.2054>
- Ainia, D. K. (2025). *Etika lingkungan: Perspektif filosofis dan tantangan ekologis kontemporer*. Jakarta: Kencana.
- Assiddiqi Ridwan, M., Sumpena, D., & Herdiana, D. (2024). Integrating scientific knowledge and ethical responsibility in disaster risk reduction policy. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 92, 103712. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103712>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2025a). *Laporan situasi bencana banjir dan longsor di Sumatra, November 2025*. Jakarta: BNPB.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2025b). *Data dampak bencana hidrometeorologi Indonesia tahun 2025*. Jakarta: BNPB.
- Di Baldassarre, G., Viglione, A., Carr, G., Kuil, L., Salinas, J. L., & Blöschl, G. (2021). Debates—Perspectives on socio-hydrology: Capturing feedbacks between physical and social processes. *Water Resources Research*, 57(2), e2020WR028835. <https://doi.org/10.1029/2020WR028835>
- Douglas, H. (2009). *Science, policy, and the value-free ideal*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
- Elliott, K. C. (2017). *A tapestry of values: An introduction to values in science*. Oxford: Oxford University Press.
- Handam, R. (2025). Climate extremes, land-use change, and flood vulnerability in Indonesia. *Environmental Hazards*, 24(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/17477891.2024.2301156>

-
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Jamieson, D. (2022). *Reason in a dark time: Why the struggle against climate change failed – and what it means for our future*. New York, NY: Oxford University Press.
- Longino, H. E. (2013). *Studying human behavior: How scientists investigate aggression and sexuality*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Reuters. (2025). *Indonesia floods worsen as deforestation and extreme rainfall collide*. Reuters.
- Rida, M. (2025). *Filsafat sains dan tanggung jawab etis ilmu pengetahuan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Saputra, R., Syah, N., & Azhar, M. (2023). Environmental ethics and sustainable development: An Indonesian perspective. *Jurnal Etika Lingkungan Indonesia*, 7(2), 85–98.
- Shrader-Frechette, K. (2020). *Environmental justice: Creating equality, reclaiming democracy*. New York, NY: Oxford University Press.
- The Jakarta Post. (2025a). *Floods hit Sumatra as extreme weather intensifies*. The Jakarta Post.
- The Jakarta Post. (2025b). *Infrastructure damage hampers evacuation during Sumatra floods*. The Jakarta Post.
- Ward, P. J., Blauhut, V., Bloemendaal, N., Daniell, J. E., de Ruiter, M. C., Duncan, M. J., ... Aerts, J. C. J. H. (2020). Review article: Natural hazard risk assessments at the global scale. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(4), 1069–1096. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-1069-2020>
- Zobel, C. W., Baghersad, M., & Khansa, L. (2024). Ethics, uncertainty, and responsibility in disaster science and policy. *Risk Analysis*, 44(3), 512–526. <https://doi.org/10.1111/risa.14129>