



KARAKTERISTIK MINERALOGI SEDIMEN BANJIR BANDANG DI SUNGAI MASAMBA MENGGUNAKAN METODE X-RAY DIFFRACTION (XRD)

Amardika, Rahmaniah*, Muh. Said. L

Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

*rahmaniah.fisika@uin-alauddin.ac.id

Info Artikel

Riwayat artikel

Dikirim: 10-03-2025
Direvisi : 23-06-2025
Diterima: 27-06-2025

Kata Kunci:

Banjir Bandang
Mineral
Sedimen
Struktur Kristal
XRD

DOI:

10.24252/jpf.v13i1.56017

Abstrak

Sedimen yang terbawa oleh banjir memiliki peran penting dalam memahami dinamika lingkungan sungai serta dampak jangka panjang terhadap kualitas tanah dan ekosistem di sekitarnya. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik sedimen yang terbawa banjir di Sungai Masamba Kabupaten Luwu Utara dengan menggunakan metode X-Ray Diffraction (XRD). Karakteristik yang dianalisis meliputi struktur kristal dan kandungan mineral sedimen yang terangkut pasca banjir bandang pada 13 Juli 2020. Pengambilan sampel dilakukan secara acak di tiga titik sepanjang bantaran Sungai Masamba pada kedalaman 0 cm (permukaan), 50 cm, dan 100 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur kristal sedimen sangat bervariasi pada setiap titik. Pada titik A, struktur kristal pada kedalaman 0 cm dan 50 cm bersifat Ortorombik, sedangkan pada kedalaman 100 cm bersifat Monoklinik. Pada titik B, semua sampel pada kedalaman 0 cm, 50 cm, dan 100 cm menunjukkan struktur kristal Trigonal (sumbu heksagonal). Sedangkan pada titik C struktur kristal pada kedalaman 0 cm bersifat triklinik (anortik), sedangkan pada kedalaman 50 cm dan 100 cm bersifat ortorombik. Mengenai kandungan mineral, pada titik A sedimen pada kedalaman 0 cm dan 50 cm mengandung Titanium (IV) Oksida Fosfat ($O_{20}P_4Ti_5$), sedangkan pada kedalaman 100 cm mengandung Hexakis (trikloromethyl) pentazin ($C_{20}Cl_{10}N_6$). Pada titik B seluruh sampel (0 cm, 50 cm, dan 100 cm) didominasi oleh Kuarsa (O_2Si). Pada titik C sedimen pada kedalaman 0 cm mengandung trihidroborazan ($B_3H_3N_{12}$), sedimen pada kedalaman 50 cm mengandung Cesium Hexafluorogalate (Cs_3F_6Ga), dan sedimen pada kedalaman 100 cm mengandung bismut molibdat oksida ($Bi_{38}Mo_7O_{78}$). Hasil ini menunjukkan bahwa banjir bandang memberikan dampak yang signifikan terhadap karakteristik sedimen di Sungai Masamba.

Abstract

Sediments transported by floods play an important role in understanding the dynamics of river environments and the long-term impacts on soil quality and surrounding ecosystems. This study aims to analyze the characteristics of sediments carried by the flood in the Masamba River, North Luwu Regency, using X-Ray Diffraction (XRD) methods. The characteristics analyzed include the crystal structure and mineral content of the sediments transported after the flash flood on July 13, 2020. The sampling was conducted randomly

at three points along the riverbank of the Masamba River at depths of 0 cm (surface), 50 cm, and 100 cm. The results show that the crystal structure of the sediments varies significantly at each point. At point A, the crystal structure at depths of 0 cm and 50 cm was orthorhombic, while at 100 cm it was monoclinic. At point B, all samples at 0 cm, 50 cm, and 100 cm exhibited a trigonal crystal structure (hexagonal axes). At point C, the crystal structure at 0 cm was triclinic (anorthic), while at 50 cm and 100 cm it was orthorhombic. Regarding mineral content, at point A, sediments at depths of 0 cm and 50 cm contained Titanium (IV) Oxide Phosphate ($O_2O_4P_4Ti_5$), while at 100 cm it contained Hexakis (trichloromethyl) pentazine ($C_{20}Cl_{10}N_6$). At point B, all samples (0 cm, 50 cm, and 100 cm) were dominated by Quartz (O_2Si). At point C, sediments at 0 cm contained Trihydroborazan ($B_3H_3N_{12}$), sediments at 50 cm contained Cesium Hexafluorogalate (Cs_3F_6Ga), and sediments at 100 cm contained Bismuth Molybdate Oxide ($Bi_38Mo_7O_{78}$). The results indicate that the flash flood had a significant impact on the characteristics of sediments in the Masamba River.

© 2025 The Author(s). Published by Department of Physics Education. Alauddin State Islamic University Makassar

PENDAHULUAN

Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan, merupakan daerah dengan topografi dan geologi yang beragam, meliputi dataran rendah, pegunungan, dan sistem sungai yang kompleks. Dengan iklim tropis yang hanya mengalami dua musim, yaitu kemarau dan hujan, wilayah ini kerap menghadapi tantangan berupa bencana alam seperti kekeringan, kebakaran hutan, banjir, dan tanah longsor. Banjir bandang yang terjadi pada 13 Juli 2020 di Sungai Masamba menjadi salah satu bencana besar yang melanda wilayah tersebut, yang mengakibatkan kerusakan yang cukup parah dan berdampak pada sekitar 5.000 kepala keluarga. Bencana ini tidak hanya mengubah alur sungai, tetapi juga membawa material sedimen yang diendapkan di sepanjang aliran sungai, terutama di daerah hilir. Kondisi geologi, seperti material aluvial, endapan gunung berapi, dan formasi geologi lainnya, turut memengaruhi pola pengendapan sedimen. Fenomena ini menyoroti pentingnya mempelajari karakteristik sedimen yang diendapkan untuk memahami dampak lingkungan dan memberikan landasan bagi upaya mitigasi bencana. Idealnya, karakteristik sedimen pascabanjir bandang dapat diidentifikasi secara komprehensif untuk memahami pola pengendapan material dan mengembangkan strategi mitigasi bencana berdasarkan data ilmiah. Namun, penelitian di bidang ini masih terbatas, terutama dalam memahami karakteristik mineralogi sedimen menggunakan pendekatan analitis modern seperti Difraksi Sinar-X (XRD). Penelitian terdahulu seperti yang dilakukan Anjeli (2020) menunjukkan dominasi *silika* (SiO_2) pada sedimen sungai berkelok-kelok. Penelitian Yuda (2019) mengungkap keberadaan mineral langka seperti *Cupric Iron Germanate* $Cu_2Fe_4(Ge_4O_{13})$ di DAS lain, sehingga memberikan wawasan tentang kompleksitas komposisi mineral

sedimen. Namun, penelitian semacam itu jarang dilakukan di Luwu Utara, khususnya di Sungai Masamba yang memiliki karakteristik geologi unik dengan dominasi formasi aluvial dan Bone-bone. Minimnya penelitian tentang topik ini menunjukkan perlunya eksplorasi mendalam untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan informasi ilmiah yang ideal dengan realitas data yang tersedia.

Penelitian ini memberikan nilai baru dengan mengidentifikasi karakteristik mineral sedimen pascabanjir bandang di Sungai Masamba menggunakan metode XRD. Temuan penelitian ini akan mengungkap komposisi mineral unik yang belum pernah dideskripsikan sebelumnya untuk daerah ini, sehingga memberikan kontribusi signifikan bagi bidang geologi lingkungan dan mitigasi bencana. Selain itu, penelitian ini berpotensi menjadi rujukan penting dalam pengelolaan data ilmiah berbasis lingkungan, yang menawarkan wawasan baru tentang risiko geologis dan hidrologis yang dapat membantu pengambilan keputusan dalam upaya mitigasi bencana di masa mendatang. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memperluas perspektif akademis tetapi juga memiliki dampak praktis bagi masyarakat yang terdampak.

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik sedimen hasil banjir bandang di Sungai Masamba, Kabupaten Luwu Utara, menggunakan metode X-Ray Diffraction (XRD) dengan tipe Shimadzu 700. Sampel sedimen dikumpulkan dari tiga titik lokasi yang terletak di sepanjang aliran sungai yang terdampak banjir, yaitu di bagian hilir, tengah, dan hulu sungai. Setiap titik pengambilan sampel terdiri atas tiga bagian yang dibedakan berdasarkan kedalaman, yaitu pada kedalaman 0 cm (permukaan), 50 cm, dan 100 cm, sehingga total sampel yang dikarakterisasi berjumlah sembilan sampel. Pemilihan variasi kedalaman menjadi tiga bagian dalam penelitian bertujuan untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai variasi sedimen di berbagai lapisan kedalaman. Kedalaman 0 cm mewakili sedimen permukaan yang langsung terpengaruh aliran air, sementara kedalaman 50 cm dan 100 cm memberikan informasi tentang pengendapan sedimen yang lebih berat seiring berkurangnya kecepatan aliran air. Pengambilan sampel pada berbagai kedalaman ini memungkinkan analisis distribusi mineral dan perubahan struktur kristal sedimen, serta memahami dampak bencana banjir terhadap komposisi sedimen pada berbagai lapisan. Dengan demikian, pemilihan kedalaman tersebut penting untuk memahami dinamika pengendapan dan pengaruh banjir pada sedimen di sepanjang bantaran sungai.

Preparasi sampel dilakukan dengan terlebih dahulu mengeringkan sampel sedimen, kemudian menggerusnya hingga menjadi serbuk halus, dan menyaringnya menggunakan ayakan ukuran 200 mesh. Sedimen yang telah disiapkan ini kemudian dilanjutkan ke tahap karakterisasi menggunakan XRD. Pola difraksi yang dihasilkan dari analisis XRD digunakan untuk mengidentifikasi mineral-mineral yang terdapat dalam sedimen. Hasil XRD tersebut kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak khusus untuk mengukur persentase kandungan mineral utama, seperti SiO_2 (Silicon Dioxide), FeMn_2O_4 , serta mineral lainnya yang terdapat dalam sampel.

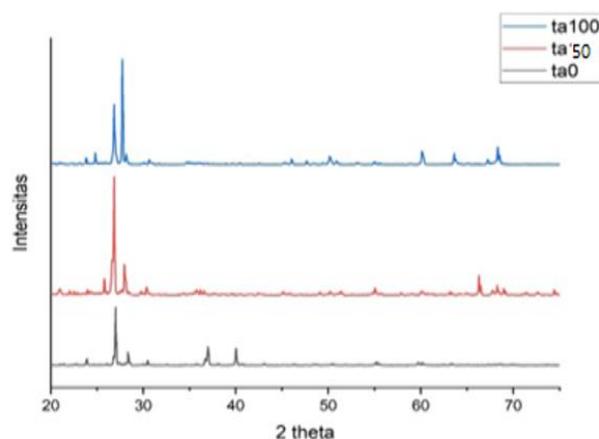
Untuk memastikan validitas dan konsistensi hasil penelitian, data hasil XRD dianalisis secara statistik. Analisis variansi (ANOVA) digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan kandungan mineral antar lokasi pengambilan sampel, sementara uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara kedalaman sampel dan jenis mineral yang teridentifikasi. Metode ini memberikan informasi yang jelas mengenai komposisi sedimen yang terbawa oleh banjir, yang dapat digunakan untuk memahami pola geologi daerah tersebut dan sebagai dasar untuk langkah-langkah mitigasi bencana di masa mendatang.



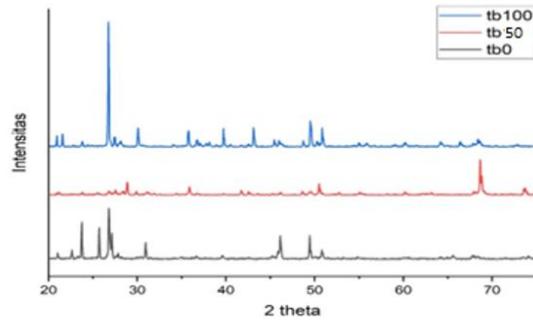
Gambar 1. Sampel sedimen yang diambil secara random di tiga titik dengan tiga variasi kedalaman

HASIL DAN PEMBAHASAN

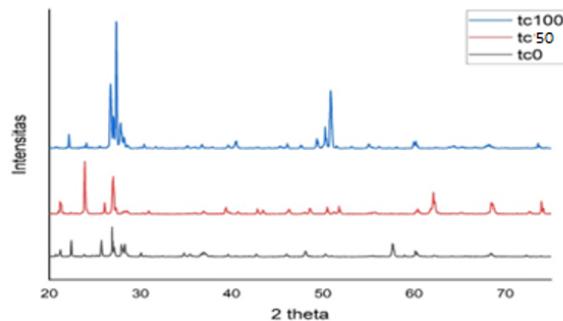
Sampel sedimen yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari bantaran Sungai Masamba, Kabupaten Luwu Utara. Pengambilan sampel dilakukan secara random pada tiga titik (A, B dan C), dengan variasi kedalaman yang berbeda: 0 cm (permukaan pasir), 50 cm, dan 100 cm. Sembilan total sampel yang telah dipreparasi selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan XRD yang terdapat di Laboratorium science UNHAS. Adapun hasil karakterisasi diperoleh sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik hubungan antara intensitas dan sudut 2θ pada sampel di titik A dengan kedalaman 0 cm, 50 cm dan 100



Gambar 3. Grafik hubungan antara intensitas dan sudut 2θ pada sampel di titik B dengan kedalaman 0 cm, 50 cm dan 100



Gambar 4. Grafik hubungan antara intensitas dan sudut 2θ pada sampel di titik C dengan kedalaman 0 cm, 50 cm dan 100

Grafik 2, 3, dan 4 merupakan hasil karakterisasi sampel dengan menggunakan XRD. Hasil tersebut menunjukkan adanya variasi signifikan dalam struktur kristal dan ukuran kisi yang ada pada setiap sampel di berbagai kedalaman.

Tabel 1. Struktur Kristal dan Ukuran Kisi pada Sampel

Titik	Kedalaman (cm)	Struktur Kristal	Ukuran Kisi (Å)
A	0	Orthorhombic	a = 12.8417, b = 14.4195, c = 7.4622
	50	Orthorhombic	a = 12.8120, b = 14.4470, c = 7.4560
	100	Monoclinic	a = 8.7677, b = 4.8934, c = 25.8620
B	0	Trigonal (Hexagonal Axes)	a = 4.9230, c = 5.4090
	50	Trigonal (Hexagonal Axes)	a = 27.0597, c = 8.5587
	100	Trigonal (Hexagonal Axes)	a = 4.9000, c = 5.4000
C	0	Triclinic (Anorthic)	a = 8.5790, b = 9.1820, c = 12.0430
	50	Orthorhombic	a = 13.1762, b = 18.7515, c = 39.4880
	100	Orthorhombic	a = 28.7058, b = 16.8493, c = 16.9376

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis struktur kristal dan ukuran kisi pada berbagai sampel sedimen yang diambil dari Sungai Masamba di Kabupaten Luwu Utara. Dalam penelitian ini, tiga titik pengambilan sampel (titik A, B, dan C) diukur pada kedalaman 0 cm (permukaan), 50 cm, dan 100 cm. Setiap kedalaman menunjukkan variasi dalam struktur kristal dan ukuran kisi, yang memberikan wawasan penting mengenai sifat dan komposisi mineral sedimen.



Struktur kristal *ortorombic* memiliki tiga sumbu yang tidak sama panjangnya, dan sudut antara ketiganya adalah 90° . Pada Titik A (kedalaman 0 cm dan 50 cm), ditemukan struktur kristal Orthorhombik. Ini menunjukkan bahwa sedimen di permukaan dan kedalaman 50 cm lebih stabil secara struktural, dengan atom-atom yang tersusun dalam pola yang teratur dan simetris. Struktur ini biasanya ditemukan pada mineral seperti *Titanium(IV) Oxide Phosphate* ($O_2P_4Ti_5$), yang memiliki sifat stabil dan kerapatan tinggi. Pada Titik A pada kedalaman 100 cm, ditemukan perubahan menjadi struktur Monoklinik. Struktur ini juga memiliki tiga sumbu yang tidak sama panjangnya, tetapi sudut antara dua sumbu (α dan β) adalah 90° , sedangkan sudut ketiga (γ) tidak 90° . Pada kedalaman lebih dalam, perubahan geologis seperti peningkatan tekanan dan suhu dapat mempengaruhi pembentukan kristal. Tekanan tinggi menyebabkan atom-atom mineral berorganisasi ulang, menghasilkan struktur kristal yang lebih stabil, seperti perubahan dari ortorombik ke monoklinik. Suhu yang lebih tinggi juga mempercepat proses kristalisasi dan dapat mengubah susunan atom dalam kristal. Oleh karena itu, faktor-faktor ini mempengaruhi perubahan struktur kristal pada kedalaman yang lebih dalam, menciptakan bentuk kristal yang berbeda dibandingkan dengan kedalaman yang lebih dangkal. Kedalaman 0 cm dan 50 cm menunjukkan ukuran kisi yang cukup besar dengan $a = 12.8417 \text{ \AA}$, $b = 14.4195 \text{ \AA}$, dan $c = 7.4622 \text{ \AA}$ untuk kedalaman 0 cm. Ukuran ini tetap stabil pada kedalaman 50 cm dengan ukuran yang sangat mirip ($a = 12.8120 \text{ \AA}$, $b = 14.4470 \text{ \AA}$, $c = 7.4560 \text{ \AA}$). Pada kedalaman 100 cm, ukuran kisi lebih besar dengan $a = 8.7677 \text{ \AA}$, $b = 4.8934 \text{ \AA}$, dan $c = 25.8620 \text{ \AA}$. Perubahan ini mencerminkan perbedaan dalam kondisi geologis pada kedalaman yang lebih dalam, yang menyebabkan perubahan dalam susunan dan ukuran kristalnya.

Pada Titik B pada kedalaman 0 cm, 50 cm, dan 100 cm, semua sampel menunjukkan struktur kristal Trigonal. Struktur ini memiliki tiga sumbu yang panjangnya sama, tetapi sudut antar sumbu tidak saling tegak lurus (lebih dari 90° dan kurang dari 120°). Hal ini mengindikasikan bahwa sedimen di sepanjang kedalaman ini memiliki keseragaman dalam pola kristalnya, yang mungkin disebabkan oleh proses sedimentasi yang stabil tanpa banyak pengaruh perubahan struktural. Pada Titik B, ukuran kisi menunjukkan variasi yang signifikan, seperti pada kedalaman 0 cm $a = 4.9230 \text{ \AA}$, $c = 5.4090 \text{ \AA}$, dan kedalaman 50 cm $a = 27.0597 \text{ \AA}$, $c = 8.5587 \text{ \AA}$. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran kristal pada titik B meningkat pada kedalaman lebih dalam, mungkin disebabkan oleh proses kompaksi atau pengendapan material yang lebih padat pada kedalaman tersebut. Pada semua kedalaman (0 cm, 50 cm, 100 cm), mineral yang dominan adalah Quartz (O_2Si). Quartz adalah mineral yang sangat stabil dan banyak ditemukan dalam sedimen, terutama yang terbawa oleh banjir.

Struktur Triklinik memiliki tiga sumbu yang tidak memiliki panjang yang sama dan sudut antar sumbu tidak tegak lurus (sudut antara sumbu α , β , dan γ tidak ada yang 90°). Pada Titik C pada kedalaman 0 cm, ditemukan struktur Triklinik, yang menunjukkan adanya mineral dengan susunan atom yang sangat tidak teratur. Ini dapat terjadi pada material yang mengalami perbedaan tekanan atau proses geologi

lainnya yang menghasilkan struktur ini. Titik C menunjukkan perubahan yang lebih besar dalam ukuran kisi. Pada kedalaman 0 cm, ukuran kisi adalah $a = 8.5790 \text{ \AA}$, $b = 9.1820 \text{ \AA}$, $c = 12.0430 \text{ \AA}$, yang lebih besar dibandingkan dengan kedalaman 50 cm dan 100 cm. Pada kedalaman 50 cm dan 100 cm, ukuran kisi cenderung lebih besar, misalnya pada 100 cm $a = 28.7058 \text{ \AA}$, $b = 16.8493 \text{ \AA}$, dan $c = 16.9376 \text{ \AA}$. Perbedaan ukuran kisi ini menunjukkan adanya perubahan struktural yang mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti tekanan atau suhu yang berbeda di kedalaman tersebut, yang mempengaruhi pengaturan atom dalam kristal. Pada kedalaman 0 cm, mineral yang ditemukan adalah *Borazan* ($B_3H_3N_{12}$). Pada kedalaman 50 cm, ditemukan *Cesium Hexafluorogalate* (Cs_3F_6Ga). Pada kedalaman 100 cm, mineral yang ditemukan adalah *Bismut Molibdat Oksida* ($Bi_{38}Mo_7O_{78}$). Ini menunjukkan variasi besar dalam jenis mineral di sepanjang kedalaman, yang bisa disebabkan oleh variasi dalam komposisi material yang terbawa oleh banjir.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa; dampak banjir Bandang terhadap karakteristik sedimen menunjukkan bahwa banjir bandang yang terjadi pada 13 Juli 2020 membawa sedimen dengan karakteristik yang beragam, baik dari segi struktur kristal maupun komposisi mineral. Variasi ini menggambarkan pengaruh kuat banjir dalam membawa material geologis dari berbagai sumber dan mempengaruhi distribusi mineral di sepanjang aliran sungai.

Penelitian ini memberikan wawasan tentang karakteristik sedimen yang terbawa oleh banjir bandang, yang dapat membantu dalam memahami potensi sumber daya alam di daerah tersebut, serta memberikan informasi penting untuk mitigasi bencana, seperti tanah longsor, yang dapat terjadi akibat perubahan morfologi sungai dan penurunan kualitas tanah di kawasan tersebut.

SARAN

Kandungan mineral yang ditemukan dalam sedimen, seperti *Titanium (IV) Oxide Phosphate* ($O_2P_4Ti_5$), *Quartz* (O_2Si), dan ($Bi_{38}Mo_7O_{78}$), perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui potensi pemanfaatannya, terutama terkait dengan bahan tambang dan industri. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengeksplorasi potensi sumber daya alam lainnya yang terkandung dalam sedimen banjir, yang mungkin belum teridentifikasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Haryanto, "Analisis dan karakteristik sedimen hasil banjir bandang di Sungai Masamba, Kabupaten Luwu Utara," *Jurnal Geologi dan Sumber Daya Alam*, vol. 24, no. 3, pp. 145-152, 2020.
- [2] R. Aswar, *Proses Sedimentasi dan Pengendapan Batuan*, Yogyakarta: Penerbit Geosains, 1994.

- [3] A. Rahardjo, "Geologi dan mineralogi sedimen sungai di daerah tropis," *Jurnal Mineralogi dan Geofisika*, vol. 9, no. 2, pp. 67-80, 2021.
- [4] M. Yuda, "Karakteristik Sedimen di Sub DAS Jeru, Sub DAS Pace, dan Sub DAS Pakisan," *Jurnal Analisis Sumber Daya Alam*, vol. 12, no. 4, pp. 102-115, 2019.
- [5] H. F. Vaughn, "X-Ray Diffraction in Sedimentology: Applications and Methods," *Journal of Sedimentary Geology*, vol. 48, no. 1, pp. 33-42, 2020.
- [6] L. Pramesti, "Struktur kristal dan mineralogi sedimen di sungai meander," *International Journal of Geological Studies*, vol. 10, no. 3, pp. 215-220, 2022.
- [7] J. T. Sukhodolov, A. Forslund, and Z. Wang, "Rivers and their role in sediment transport and ecosystem functions," *Environmental Hydrology and Geochemistry*, vol. 15, no. 2, pp. 89-97, 2020.
- [8] S. M. Smallman and R. D. Bishop, *Crystal Structures of Sedimentary Minerals*, New York: Springer, 2019.
- [9] M. J. Nichols, *Sedimentology and Sediment Transport*, Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- [10] W. J. Vogt, "Impacts of Flash Floods on River Sediment Characteristics: A Case Study of the Masamba River," *Journal of Flood and River Engineering*, vol. 25, no. 5, pp. 1120-1132, 2021.
- [11] J. Jamaluddin, "Metode X-Ray Diffraction dalam Analisis Struktur Kristal Batuan," *Jurnal Kimia dan Fisika Bahan*, vol. 20, no. 1, pp. 70-75, 2010.
- [12] A. Farizal et al., "Characterization of flash flood sediment in Masamba River using XRD," *Geoscience and Technology Journal*, vol. 19, no. 2, pp. 150-160, 2023.
- [13] M. A. Priyono, *Dasar-Dasar Difraksi Sinar-X*, Yogyakarta: Andi Publisher, 2012.
- [14] H. Rahman, "X-Ray Diffraction (XRD) sebagai Metode Analisis Sedimen," *Jurnal Fisika dan Teknik*, vol. 18, no. 4, pp. 200-210, 2019.
- [15] N. Anjeli, *Karakteristik Sedimen pada Endapan Banjir Sungai Meander Berdasarkan Analisis X-Ray Diffraction (XRD) dan Granulometri*, Pekanbaru: Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, 2020.
- [16] Q. H. Yuda, W. Yunarni, and R. E. B. Yuda, "Analisis Karakteristik Sedimen Dengan Metode XRD di Sub DAS Jeru, Pace, dan Pakisan," *Teras Jurnal*, vol. 10, no. 1, 2020, Fakultas Teknik Sipil Universitas Jember.