

Pendugaan Erosi Tanah Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik di Kenagarian Alahan Panjang, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, Sumatera Barat

Niken Rahayu Putri, Arif Budiman*

Laboratorium Fisika Bumi, Departemen Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 15 Maret 2025
Direvisi: 20 Agustus 2025
Diterima: 01 September 2025

Kata kunci:

Erosi
Suseptibilitas Magnetik
Frekuensi Rendah
Frekuensi Tinggi
Suseptibilitas Bergantung Frekuensi

Keywords:

Erosion
Magnetic Susceptibility
Low Frequency
High Frequency
Frequency-Dependent Susceptibility

Penulis Korespondensi:

Arif Budiman
Email: arifbudiman@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pendugaan erosi tanah berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik pada dua lahan yaitu lahan pertanian dan lahan semak belukar di Kanagarian Alahan Panjang, Sumatera Barat. Sampel diambil pada lima titik masing-masing di kedalaman 10 cm, 50 cm dan 100 cm yang terletak pada lintasan dengan panjang 40 m. Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dilakukan menggunakan Bartington *Magnetic Susceptibility Meter* dengan dua frekuensi yaitu frekuensi rendah (κ_{lf}) dan frekuensi tinggi (κ_{hf}). Kedua hasil pengukuran ini digunakan untuk menghitung nilai suseptibilitas bergantung frekuensi (κ_{fd}). Dari hasil pengukuran diperoleh bahwa nilai κ_{lf} untuk lahan pertanian berkisar dari $1925,3 \times 10^{-5}$ SI sampai dengan $2796,3 \times 10^{-5}$ SI dan lahan semak belukar berkisar dari $1041,3 \times 10^{-5}$ SI sampai dengan $2304,3 \times 10^{-5}$ SI. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai κ_{lf} untuk keseluruhan sampel tergolong tinggi yang dikontrol oleh mineral ferrimagnetik. Analisis nilai κ_{lf} dan κ_{fd} terhadap kedalaman menunjukkan bahwa pada kedua lahan telah terjadi erosi dimana bagian tanah yang mengalami erosi pada lahan semak belukar lebih kecil dibandingkan lahan pertanian.

A study has been conducted to estimate soil erosion based on magnetic susceptibility values in two areas, namely agricultural land and shrub land in Kanagarian Alahan Panjang, West Sumatra. Samples were taken at five points each at a depth of 10 cm, 50 cm and 100 cm located on a track with a length of 40 m. Measurements of magnetic susceptibility values were carried out using a Bartington Magnetic Susceptibility Meter with two frequencies, namely low frequency (κ_{lf}) and high frequency (κ_{hf}). These two measurement results were used to calculate the frequency-dependent susceptibility value (κ_{fd}). From the measurement results, it was obtained that the κ_{lf} value for agricultural land ranged from 1925.3×10^{-5} SI to 2796.3×10^{-5} SI and shrub land ranged from 1041.3×10^{-5} SI to 2304.3×10^{-5} SI. These results indicate that the κ_{lf} value for all samples is classified as high which is controlled by ferrimagnetic minerals. Analysis of the κ_{lf} and κ_{fd} values against depth shows that erosion has occurred on both land areas, where the area of land that has experienced erosion on the scrub land is smaller than on the agricultural land.

Copyright©2025 Author(s) All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Nagari Alahan Panjang yang terletak di Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok merupakan daerah penghasil tanaman hortikultura seperti bawang merah, cabai, kentang, markisa, terong belanda, kembang kol, wortel dan tomat terbesar di Sumatera Barat, dimana 80% wilayah ini dimanfaatkan sebagai lahan pertanian oleh masyarakat setempat (Badan Pusat Statistik, 2024). Secara geografis, Nagari Alahan Panjang dengan topografi berlereng merupakan bagian dari bentang alam pegunungan Bukit Barisan yang terletak pada ketinggian antara 1458 m dan 1680 m di atas permukaan air laut. Daerah ini berhawa dingin dengan temperatur rata-rata berkisar dari 18°C hingga 26°C dan curah hujan rata-rata sebesar 2730 mm per tahun (Nofirman, 2019). Topografi yang berlereng dan tingginya curah hujan dan menjadikan Nagari Alahan Panjang sebagai daerah yang berpotensi mengalami erosi yang akan berdampak buruk terhadap produktivitas pertanian. Erosi adalah masalah terbesar bagi lahan pertanian di seluruh dunia. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah yang subur dan baik bagi pertumbuhan tanaman, serta menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah untuk menahan dan menyerap air (Jakšić dkk., 2016).

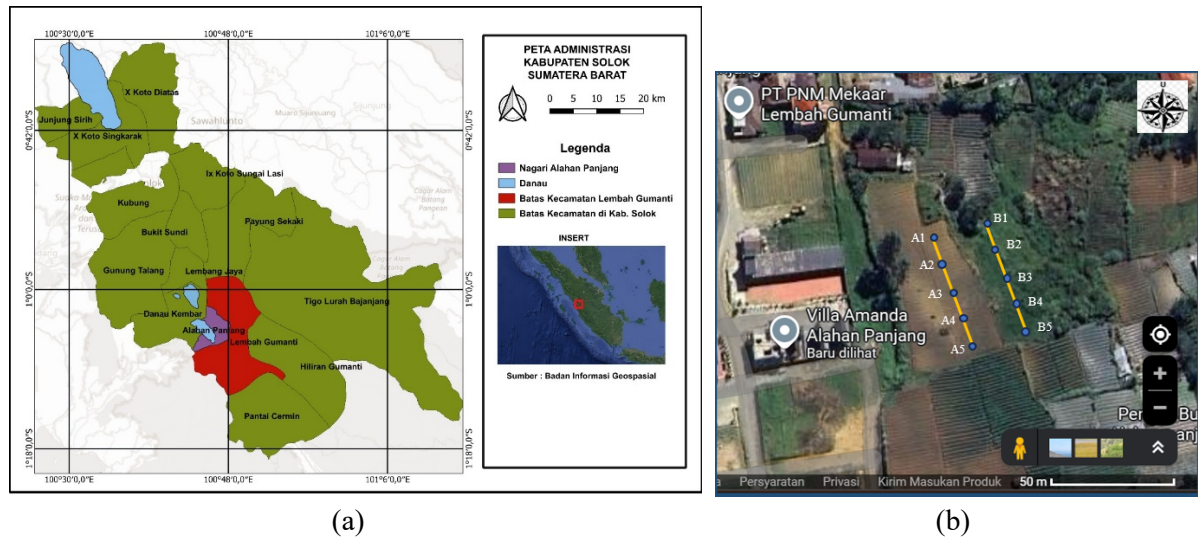
Teknik pengamatan erosi biasanya dilakukan dengan menggunakan model USLE (*Universal Soil Loss Equation*) dan modifikasinya (Wischmeier & Smith, 1978). Model-model ini memanfaatkan data penginderaan jauh (*remote sensing*) menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis). Hal ini menyebabkan teknik ini sangat efisien dan cepat dalam memantau erosi di suatu wilayah, namun hanya dapat memberikan data erosi dinamis dengan spasial yang besar. Teknik ini tidak mampu mengamati tingkat erosi dalam skala kecil seperti pada suatu lereng (Liu dkk., 2019). Saat ini pengamatan erosi dalam skala kecil banyak dilakukan dengan menggunakan metode suseptibilitas magnetik (SM). Metode SM mampu memberikan indikasi nyata terhadap tingkat degradasi tanah melalui analisis kandungan mineral magnetik dalam profil tanah. Dalam metode ini erosi diamati melalui pola redistribusi mineral magnetik yang terkandung dalam tanah sebagai akibat dari erosi (Dearing, 1999; Mullins, 1977). Pada bagian tanah yang mengalami pengikisan akan mengalami penurunan kandungan mineral magnetik yang diikuti oleh penurunan kandungan mineral-mineral lainnya, begitu sebaliknya. Kandungan mineral magnetik suatu tanah sebanding dengan nilai SM tanah tersebut. Di samping itu metode SM menggunakan prinsip sederhana dan menggunakan alat dengan biaya relatif murah, serta cara kerja yang cepat (Menshov dkk., 2018).

Beberapa peneliti telah menggunakan metode SM mengamati erosi di lahan pertanian di antaranya Jordanova dkk. (2014) di daerah pertanian Trastenik Bulgaria, Jakšić dkk. (2016) di daerah pertanian Moravia Selatan (Republik Czech). Menshov dkk. (2018) di daerah pertanian daerah Kharkov (Ukraina), Zhang dkk. (2020) di daerah pertanian Bashang (Cina), dan Kruglov dkk. (2023) di daerah pertanian Kharkiv (Republik Czech). Mengingat Nagari Alahan Panjang merupakan daerah penghasil tanaman hortikultura terbesar di Sumatera Barat yang berpotensi mengalami erosi, sehingga penelitian tentang pendugaan kedalaman erosi melalui analisis nilai SM sangat diperlukan. Penelitian dilakukan pada dua lahan yaitu lahan pertanian yang sedang diolah dan yang lain adalah lahan terbiar yang telah menjadi lahan semak belukar. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati erosi pada dua lahan yang berbeda tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pihak-pihak terkait dalam mengambil langkah-langkah tertentu untuk melindungi tanah dari erosi.

II. METODE

Lokasi penelitian terletak di Kenagarian Alahan Panjang, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, Sumatera Barat (Gambar 1a). Pengambilan sampel dilakukan pada dua lahan yaitu lahan pertanian dan lahan semak belukar. Pada masing-masing lahan sampel diambil pada lintasan dengan panjang 40 m. Lintasan pada lahan pertanian disebut Lintasan A dengan kemiringan 13,2° terletak pada titik koordinat 1,083406 LS dan 100,787907 BT, sedangkan lintasan pada lahan semak disebut Lintasan B dengan kemiringan hampir sama yaitu 12,9° terletak pada titik koordinat 1,083384 LS dan 100,788105 BT. Pada setiap lintasan terdapat lima titik pengambilan sampel dari titik terendah ke titik tertinggi yaitu A1, A2, A3, A4, dan A5 (Lintasan A) dan B1, B2, B3, B4, dan B5 (Lintasan B) seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1b. Di setiap titik, sampel berupa tanah akan diambil pada kedalaman 10, 50, 100 cm sebanyak 50 g dengan menggunakan bor belgi, lalu dimasukkan ke dalam plastik *ziplock* yang telah diberi nama sampel. Setiap sampel diberi nama dengan tiga karakter berturut-

turut yaitu huruf dan diikuti dengan dua angka. Huruf menyatakan nama lintasan (A dan B), angka pertama menyatakan urutan titik pada lintasan (1, 2, 3, 4, dan 5) dan angka kedua menyatakan kedalaman yaitu 1 (10 cm), 2 (50 cm), dan 3 (100 cm). Jumlah keseluruhan sampel yang diambil adalah 30 sampel.



Gambar 1 (a) Peta lokasi penelitian dan (b) Lintasan dan titik pengambilan sampel.

Selanjutnya sampel dibawa ke Laboratorium Fisika Bumi Departemen Fisika FMIPA Universitas Andalas untuk dikeringkan pada temperatur ruang selama 5 hari untuk menghilangkan kandungan air. Setelah itu sampel digerus menggunakan mortal dan alu hingga halus, kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Tanah yang telah diayak dimasukkan ke dalam sampel holder sebanyak 15 g untuk dilakukan pengukuran nilai SM di Laboratorium Geofisika, Material dan Biofisika Departemen Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang. Nilai SM setiap sampel diukur dengan dua frekuensi yaitu frekuensi rendah atau low frequency (κ_{lf}) yaitu 0,47 kHz dan frekuensi tinggi atau high frequency (κ_{hf}) yaitu 4,7 kHz, menggunakan alat Bartington *Magnetic Suseptibility Meter* MS2 sensor MS2B. Pengukuran untuk masing-masing sampel pada setiap frekuensi dilakukan sebanyak tiga kali. Hasil pengukuran dicatat dan diolah menggunakan Microsoft Excel. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai SM sampel gayut-frekuensi (κ_{fd}) dengan menggunakan Persamaan 1 sebagai berikut:

$$\kappa_{fd} = \left[(\kappa_{lf} - \kappa_{hf}) / \kappa_{lf} \right] \times 100\% \quad (1)$$

III. HASIL DAN DISKUSI

III.1 Pendugaan Sifat Mineral Magnetik Sampel Berdasarkan Nilai κ_{lf}

Perhitungan nilai rata-rata hasil pengukuran nilai κ_{lf} dan κ_{hf} dan perhitungan nilai κ_{fd} setiap sampel dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai SM yang digunakan untuk dianalisis adalah nilai κ_{lf} karena nilai κ_{lf} merupakan nilai SM yang berasal dari semua momen magnetik yang terdapat dalam sampel (Dearing, 1999). Dari Tabel 1 terlihat bahwa nilai κ_{lf} untuk sampel Lintasan A (15 sampel) berkisar dari $1925,3 \times 10^{-5}$ SI atau $19,253 \times 10^{-3}$ SI (A11) sampai dengan $2796,3 \times 10^{-5}$ SI atau $27,963 \times 10^{-3}$ SI (A51) dengan nilai rata-rata $2230,8 \times 10^{-5}$ SI atau $22,308 \times 10^{-3}$ SI dan Lintasan B (15 sampel) berkisar dari $1041,3 \times 10^{-5}$ SI atau $10,431 \times 10^{-3}$ SI (B11) sampai dengan $2304,3 \times 10^{-5}$ SI atau $23,043 \times 10^{-3}$ SI (B43) dengan nilai rata-rata $1948,1 \times 10^{-5}$ SI atau $19,481 \times 10^{-3}$ SI. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa tanah yang dijadikan sampel penelitian keseluruhannya memiliki nilai SM yang tinggi yaitu besar dari 5×10^{-3} SI. Nilai SM dari tanah di atas 5×10^{-3} SI dikontrol oleh mineral yang bersifat ferrimagnetik (Tarling & Hrouda, 1993). Tanah yang terdapat di Nagari Alahan Panjang adalah jenis tanah vulkanik yang kaya dengan unsur hara termasuk mineral magnetik seperti hematit dan magnetit yang bersifat ferimagnetik (Mullins, 1977). Nilai SM dapat menjadi indikator kesuburan tanah yang tinggi. Semakin tinggi nilai SM semakin banyak kandungan mineral magnetik sehingga tanah semakin subur (Rolandio & Budiman, 2019).

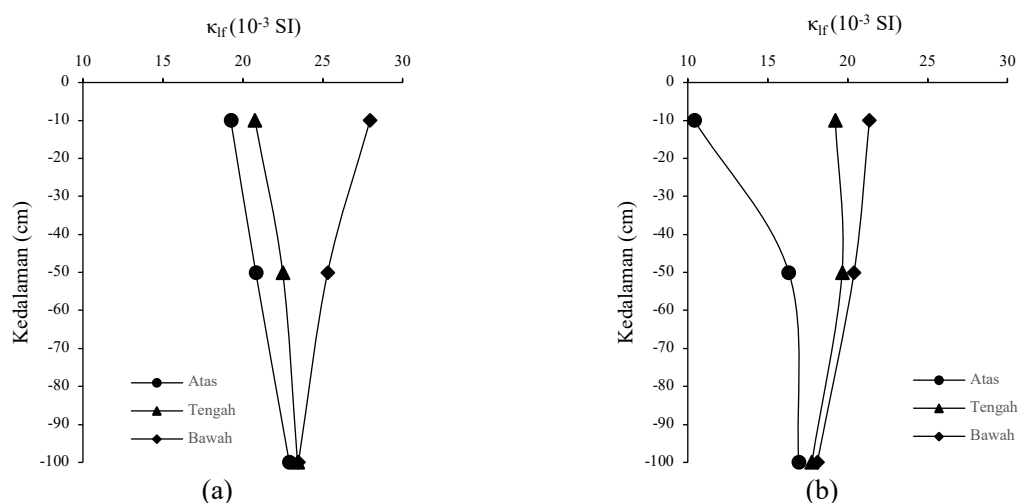
Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa sampel Lintasan A mempunyai nilai SM lebih tinggi dibandingkan sampel Lintasan B. Lintasan A berada pada lahan pertanian yang sedang diolah yang mana pemupukan terhadap tanah sering dilakukan. Pemupukan, terutama dengan pupuk yang mengandung bahan organik, dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Bahan organik ini, setelah terurai, dapat melepaskan unsur besi yang kemudian terikat dalam bentuk senyawa feromagnetik, sehingga meningkatkan nilai suseptibilitas magnetik tanah (Almiati & Agustine, 2017). Berbeda halnya dengan Lintasan B yang merupakan lahan terbiar, nilai SM tanah cenderung akan konstan jika tanah tidak terganggu, tetapi akan menurun jika tanah mengalami erosi.

Tabel 1 Hasil perhitungan nilai κ_{lf} , κ_{hf} dan κ_{fd} sampel pada Lintasan A dan Lintasan B.

No.	Nama Sampel	κ_{lf} ($10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$)	κ_{hf} ($10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$)	κ_{fd} (%)	No.	Nama Sampel	κ_{lf} ($10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$)	κ_{hf} ($10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$)	κ_{fd} (%)
1.	A11	1925,3	1878,1	2,45	16.	B11	1041,3	1011,9	2,82
2.	A12	2081,7	2039,2	2,04	17.	B12	1632,3	1595,1	2,28
3.	A13	2291,3	2176,5	5,01	18.	B13	1694,3	1595,7	5,82
4.	A21	2184,7	2135,8	2,24	19.	B21	1908,0	1863,4	2,34
5.	A22	1783,0	1745,6	2,10	20.	B22	2294,3	2243,8	2,20
6.	A23	2163,3	2054,3	5,04	21.	B23	2279,0	2149,1	5,70
7.	A31	2076,7	2017,7	2,84	22.	B31	1923,3	1786,7	7,10
8.	A32	2250,0	2200,7	2,19	23.	B32	2165,3	2004,2	7,44
9.	A33	2342,7	2219,0	5,28	24.	B33	1776,3	1667,9	6,10
10.	A41	1986,7	1825,0	8,14	25.	B41	1962,3	1840,4	6,21
11.	A42	2263,3	2081,8	8,02	26.	B42	2254,3	2134,1	5,33
12.	A43	2437,0	2386,1	2,09	27.	B43	2304,3	2162,1	6,17
13.	A51	2796,3	2543,5	9,04	28.	B51	2136,3	1969,2	7,82
14.	A52	2531,3	2350,8	7,13	29.	B52	2040,3	1891,6	7,29
15.	A53	2348,3	2221,3	5,41	30.	B53	1810,3	1701,3	6,02

III.2 Pendugaan Erosi Berdasarkan Nilai κ_{lf} Sampel Terhadap Kedalaman

Analisis pendugaan erosi pada masing-masing lintasan dilakukan melalui grafik hubungan nilai κ_{lf} terhadap kedalaman seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Untuk Lintasan A analisis dilakukan pada tiga bagian yaitu atas diwakili oleh titik A1, tengah diwakili oleh titik A3 dan bawah diwakili oleh titik A5 (Gambar 2a) dan Lintasan B yaitu atas diwakili oleh titik B1, tengah diwakili oleh titik B3 dan bawah diwakili oleh titik B5 (Gambar 2b). Menurut Jordanoval dkk. (2014) tanah dalam kondisi ideal memiliki nilai SM yang menurun terhadap kedalaman.



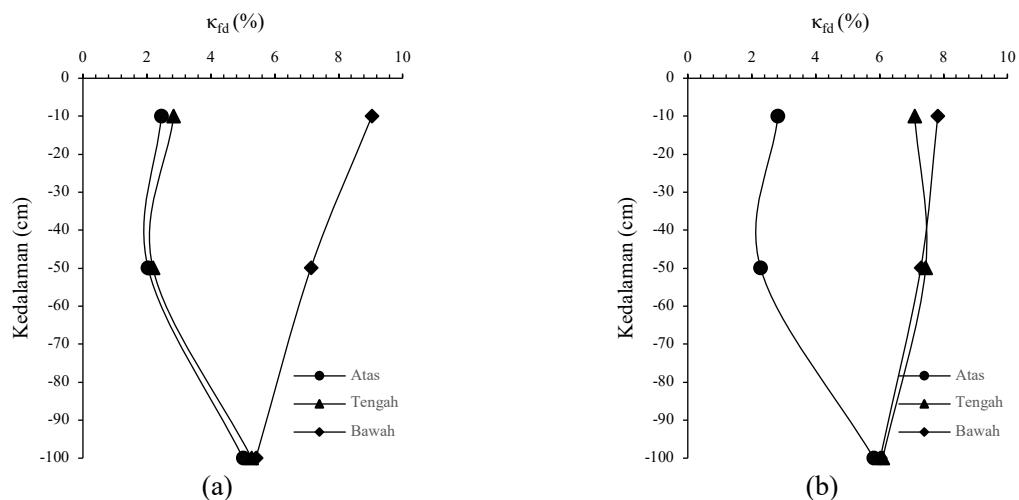
Gambar 2 Grafik hubungan nilai κ_{lf} terhadap kedalaman (a) Lintasan A dan (b) Lintasan B.

Dari Gambar 2a dapat dilihat pada bagian atas dan tengah nilai SM meningkat terhadap kedalaman, sedangkan untuk bagian bawah sebaliknya. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa tanah bagian atas dan tengah telah mengalami erosi. Selanjutnya pada kedalaman 10 cm dan 50 cm nilai

SM meningkat dari bagian atas hingga ke bagian bawah, tetapi pada kedalaman 100 cm nilai SM pada ketiga bagian relatif tidak berubah. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa pada Lintasan A tanah diduga mengalami erosi hingga kedalaman antara 50 cm dan 100 cm. Berbeda dengan Lintasan B (Gambar 2b), hanya bagian bawah yang mengalami peningkatan nilai SM terhadap kedalaman. Pada kedalaman 10 cm nilai SM meningkat secara signifikan dari bagian bawah hingga ke bagian atas, sedangkan pada kedalaman 50 cm antara nilai SM sampel bagian tengah dan bawah hanya sedikit mengalami perubahan. Pada kedalaman 100 cm nilai SM untuk ketiga bagian tidak mengalami perubahan secara signifikan. Berdasarkan hal ini diduga erosi yang terjadi pada Lintasan B di bagian atas dengan kedalaman antara 50 cm dan 100 cm.

III.3 Pendugaan Erosi Berdasarkan Nilai κ_{fd} Sampel Terhadap Kedalaman

Selanjut analisis pendugaan erosi pada masing-masing lintasan dilakukan melalui grafik hubungan nilai κ_{fd} terhadap kedalaman seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Sama halnya dengan bagian sebelumnya, analisis ini dilakukan pada tiga bagian yaitu atas, tengah dan bawah. Untuk Lintasan A (Gambar 3a) analisis dilakukan pada tiga bagian yaitu atas diwakili oleh titik A1, tengah diwakili oleh titik A3 dan bawah diwakili oleh titik A5 dan Lintasan B (Gambar 3b) yaitu atas diwakili oleh titik B1, tengah diwakili oleh titik B3 dan bawah diwakili oleh titik B5. Menurut Dearing (1999) nilai κ_{fd} menunjukkan konsentrasi bulir superparamagnetik (SP) karena tanah dengan butiran halus mempunyai sifat superparamagnetik berukuran butir. Semakin tinggi konsentrasi bulir SP semakin banyak ukuran butiran tanah yang sangat kecil (Pratiwi dkk., 2016). Erosi yang disebabkan oleh air akan mengangkut butiran tanah yang berukuran sangat kecil dan mengendap di tempat yang lebih rendah (Ding dkk., 2020). Bagian tanah yang mengalami erosi akan menyisakan butiran tanah yang berukuran besar. Sebaliknya pada bagian tanah yang mengalami pengendapan jumlah butiran sangat kecil.



Gambar 3 Grafik hubungan nilai κ_{fd} terhadap kedalaman (a) Lintasan A dan (b) Lintasan B.

Dari Gambar 3a terlihat bahwa pada kedalaman 10 cm dan 50 cm mempunyai nilai κ_{fd} berbeda secara signifikan antara bagian atas dan tengah dengan bagian bawah, sedangkan pada kedalaman 100 cm nilai κ_{fd} untuk ketiga bagian tidak mengalami perbedaan secara signifikan. Hal ini menunjukkan butiran tanah yang berukuran halus pada bagian atas dan tengah di kedalaman 10 cm dan 50 cm terbawa oleh erosi yang diendapkan pada bagian bawah. Oleh karena itu untuk Lintasan A diduga erosi telah terjadi pada bagian atas dan tengah hingga kedalaman antara 50 cm dan 100 cm. Hal ini bersesuaian dengan analisis hubungan nilai κ_{fd} terhadap kedalaman sebelumnya. Berbeda dengan Lintasan A, untuk Lintasan B (Gambar 3b) pada kedalaman 10 cm dan 50 cm nilai κ_{fd} berbeda secara signifikan antara bagian atas dengan bagian tengah dan bawah, sedangkan pada kedalaman 100 cm nilai κ_{fd} untuk ketiga bagian tidak mengalami perbedaan secara signifikan sama seperti Lintasan B. Berdasarkan hal ini diduga erosi pada Lintasan B terjadi pada bagian atas hingga kedalaman antara 50 cm dan 100 cm.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah dari kedua lahan pada penelitian ini mempunyai nilai κ_{lf} yang tergolong tinggi dimana nilai SM dikontrol oleh mineral magnetik yang bersifat ferimagnetik. Proses pemupukan diduga menyebabkan tanah lahan pertanian mempunyai nilai κ_{lf} yang lebih tinggi dari tanah lahan semak belukar. Analisis nilai κ_{lf} dan κ_{fd} terhadap kedalaman menunjukkan bahwa bagian tanah yang mengalami erosi pada lahan semak belukar lebih kecil dibandingkan lahan pertanian. Hal ini diduga permukaan tanah pada lahan semak belukar hampir semua tertutupi oleh vegetasi sehingga menyulitkan bagi air hujan masuk ke dalam tanah untuk menyebabkan terjadi erosi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. Asrizal, M.Si selaku Ketua Departemen Fisika, Bapak Dr. Hamdi, M.Si dan Bapak Edi Kurnia S.Si. selaku Kepala dan Teknisi Laboratorium Geofisika, Material dan Biofisika Departemen Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang yang telah memberikan izin dan membantu penulis untuk menggunakan alat Bartington *Magnetic Suseptibility Meter* MS2 sensor MS2B.

DAFTAR PUSTAKA

- Almiati, R., & Agustine, E. (2017). Analisis Kesuburan Tanah dan Residu Pemupukan pada Tanah dengan Menggunakan Metode Kemagnetan Batuan. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 1(2), 52–61. <https://doi.org/10.24198/jiif.v1i02.14414>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Kabupaten Solok Dalam Angka* (44th ed.). Pemerintah Kabupaten Solok.
- Dearing, J. A. (1999). *Environmental magnetic susceptibility: using the Bartington MS2 system* (Second). British Library London.
- Ding, Z., Zhang, Z., Li, Y., Zhang, L., & Zhang, K. (2020). Characteristics of magnetic susceptibility on cropland and pastureland slopes in an area influenced by both wind and water erosion and implications for soil redistribution patterns. *Soil and Tillage Research*, 199. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104568>
- Jakšík, O., Kodešová, R., Kapička, A., Klement, A., Fér, M., & Nikodem, A. (2016). Using magnetic susceptibility mapping for assessing soil degradation due to water erosion. *Soil and Water Research*, 11(2), 105–113. <https://doi.org/10.17221/233/2015-SWR>
- Jordanova, D., Jordanova, N., & Petrov, P. (2014). Pattern of cumulative soil erosion and redistribution pinpointed through magnetic signature of Chernozem soils. *Catena*, 120, 46–56. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.03.020>
- Kruglov, O., Menshov, O., Horoshkova, L., & Kruhlov, B. (2023). Magnetic susceptibility of inclined soils and its relationship with some agronomic indicators. *Plant and Soil Science*, 14(1), 39–50. <https://doi.org/10.31548/plant1.2023.39>
- Liu, L., Zhang, K., Fu, S., Liu, B., Huang, M., Zhang, Z., Zhang, F., & Yu, Y. (2019). Rapid magnetic susceptibility measurement for obtaining superficial soil layer thickness and its erosion monitoring implications. *Geoderma*, 351, 163–173. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.05.030>
- Menshov, O., Kruglov, O., Vyzhva, S., Nazarov, P., Pereira, P., & Pastushenko, T. (2018). Magnetic methods in tracing soil erosion, Kharkov Region, Ukraine. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 62(4), 681–696. <https://doi.org/10.1007/s11200-018-0803-1>
- Mullins, C. E. (1977). Magnetic Susceptibility of The Soil and Its Significance in Soil Science-A Review. *Journal of Soil Science*, 28, 223–246.
- Nofirman. (2019). Studi Keunggulan Wilayah dan Komoditi Hortikultura Di Daerah Lembah Gumanti Kabupaten Solok. *Georafflesia*, 4(1), 73–88. <https://journals.unihaz.ac.id/index.php/georafflesia>
- Pratiwi, R. A., Prakoso, A. G., Darmasetiawan, R., Agustine, E., Kirana, K. H., & Fitriani, D. (2016). Identifikasi sifat magnetik tanah di daerah tanah longsor. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF*, 5(1), 182–187.

- Rolandio, F., & Budiman, A. (2019). Analisis Tingkat Kesuburan Tanah Melalui Nilai Suseptibilitas Magnetik Pada Lahan Persawahan Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok. *Jurnal Fisika Unand*, 8(3), 281–287. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jfu.8.3.281-287.2019>
- Tarling, D., & Hrouda, F. (1993). *Magnetic anisotropy of rocks*. Springer Science & Business Media.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. The USDA Agricultural Handbook No. 537*. United States Departement of Agricultural.
- Zhang, Y., Ding, H., Song, Q., Wang, Z., Yuan, W., Ren, Y., Zhao, Z., & Wang, C. (2020). Angiotensin II Inhibits Osteogenic Differentiation of Isolated Synoviocytes by Increasing DKK-1 Expression. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 121, 105703.