

STUDI AWAL PERUBAHAN SIFAT MAGNETIK TANAH AKIBAT PEMAKAIAN PUPUK KIMIA

Venny Haris

*Program Studi Tadris Fisika STAIN Batusangkar
Jl. Sudirman No. 137 Kuburajo Lima Kaum Batusangkar 27213
Email: venny_haris@yahoo.com*

ABSTRACT

This study is conducted to identify changes in the magnetic properties of agricultural land due to the use of chemical fertilizers such as urea. Soil profile sampled in this study came from Tarab River District Tanah Datar West Sumatra. Soil sampled from the ground which has not been used as agricultural land and agricultural land that has been using chemical fertilizers. For the initial stage, the identification of changes in the magnetic properties of magnetic susceptibility measurements performed through. Measurements were performed by using two mass-specific frequencies of low and high frequencies of magnetic susceptibility (χ_{LF} and χ_{HF}). Measurement of low frequency magnetic susceptibility (χ_{LF}) for soil samples that have not been used as agricultural land ranges in the range of 923.8×10^{-8} m³/kg to 1239.8×10^{-8} m³/kg. While the magnetic susceptibility values for soil samples ranged former agricultural land in the range of 546.6×10^{-8} m³/kg to 848.9×10^{-8} m³/kg. Based on the results of magnetic susceptibility measurements, its seen a decline in the value of magnetic susceptibility on former farmland soil using chemical fertilizers. Soil samples in this study is dominated by independent frequency SSD and MD grains based on the value of frequency-dependent magnetic susceptibility, χ_{FD} (%) were < 3 %.

Key words: magnetic susceptibility, farmland, chemical fertilizers, frequency dependent magnetic susceptibility, χ_{FD} (%)

PENDAHULUAN

Penggunaan metode magnetik dalam studi tanah pada beberapa tahun terakhir ini mengalami peningkatan. Metode magnetik telah digunakan untuk melihat tingkat polusi logam berat pada tanah (Luo., dkk, 2000; Petrovsky., dkk, 2001; Jordanova, 2003; Kapička, 2003; Spiteri., dkk, 2005; Sharma., dkk, 2007; Ayari, 2010; Zhang., dkk, 2012). Selain itu metode magnetik juga digunakan untuk mengidentifikasi ukuran bulir magnetik dari mineral yang terdapat pada tanah yang dihubungkan dengan faktor pedogenesis pada tanah (Lu, dkk., 2008; Safiuddin, dkk., 2011).

Salah satu metode magnetik yang biasa digunakan dalam studi lingkungan, khususnya studi tanah adalah pengukuran suseptibilitas magnetik. Metode teknik pengukuran susep-

tibilitas magnetik merupakan metode yang mudah, sederhana, murah dan merupakan metode yang tidak merusak (Thompson dan Oldfield, 1986; Dearing., dkk, 1997; Dekkers, 1997). Pada beberapa penelitian terdahulu, proses pembentukan tanah dan perkembangan profil tanah ditandai dengan perubahan nilai suseptibilitas magnetik (Singer, dkk., 1996; Torrent, dkk., 2007; Lu, dkk., 2008; Van Dam, dkk., 2008). Suseptibilitas magnetik juga digunakan untuk mengidentifikasi litologi dari material induk tanah, mengukur jumlah mineral magnetik dalam tanah juga digunakan sebagai alat dalam taxonomi tanah (Maher, dkk., 2003; Torrent, 2007; Lu, dkk., 2008; Lu, 2000).

Mineral - mineral magnetik alamiah selalu ada pada batuan, tanah, atau endapan sedimen, meskipun secara kuantitatif kelimpahan-

nya cukup kecil yaitu sekitar 0.1 % dari massa total batuan atau endapan (Bijaksana, 2002). Mineral magnetik ini memiliki sifat, jenis dan morfologi yang beragam bergantung pada sumbernya. Mineral magnetik yang paling penting terdapat pada tanah adalah oksida besi, seperti *magnetite* dan *maghemite* (Mullins, 1977).

Pada tanah yang tidak dipengaruhi oleh polusi, maka sumber utama dari mineral-mineral magnetik yang dikandungnya berasal dari material induk melalui proses pedogenesis dan proses pembentukan tanah lainnya (Ali, 2012; Quijano, 2011).

Kajian mengenai perubahan sifat magnetik pada tanah sangat menarik untuk dilakukan, khususnya untuk kasus tanah yang dijadikan lahan pertanian. Untuk meningkatkan produktivitas tanaman secara cepat, biasanya petani menggunakan pupuk anorganik atau di-

kenal dengan pupuk kimia. Pemakaian pupuk kimia dengan dosis tinggi dan dalam waktu yang lama bisa menyebabkan pencemaran tanah (Isroi, 2009). Peneliti ingin mengetahui bagaimana perubahan sifat magnetik pada tanah pertanian akibat pemakaian pupuk kimia. Untuk tahap awal, maka identifikasi perubahan sifat magnetik dilakukan melalui pengukuran suseptibilitas magnetiknya. Penelitian dilakukan di lahan pertanian Kabupaten Tanah Datar.

METODE PENELITIAN

Sampel Penelitian

Sampel tanah pada penelitian ini diambil dari daerah pertanian yang berada di kaki gunung merapi pada kecamatan Sungai Tarab Kabupaten Tanah Datar Sumatera Barat (Gambar 1).



Gambar 1 Peta Daerah Pengambilan Sampel di Kecamatan Sungai Tarab Sumatera Barat

Pada penelitian ini, profil tanah yang dijadikan sampel terdiri dari 2 jenis, yaitu: berasal dari tanah yang belum dijadikan lahan pertanian diberi label TBD (S: 00°26.572', E: 100°34.065') dan tanah yang telah dijadikan lahan pertanian dengan menggunakan pupuk kimia, khususnya pupuk urea ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$) diberi label TSP (S: 00°26.664', E: 100°34.179'). Untuk tanah bekas lahan pertanian tersebut, peneliti mengambil sampel tanah bekas lahan jagung dan bekas lahan cabe.

Pada tiap profil tanah sampel, peneliti hanya mengambil sampel tanah dari kedalaman 0 – 50 cm. Sampel tanah ini kira-kira berada pada lapisan atas saja yaitu horizon O – A, yang biasanya mempunyai ketebalan di bawah 30 cm (Ali, 2012). Istilah kesuburan tanah biasanya mengacu pada ketersediaan hara pada lapisan setebal ini.

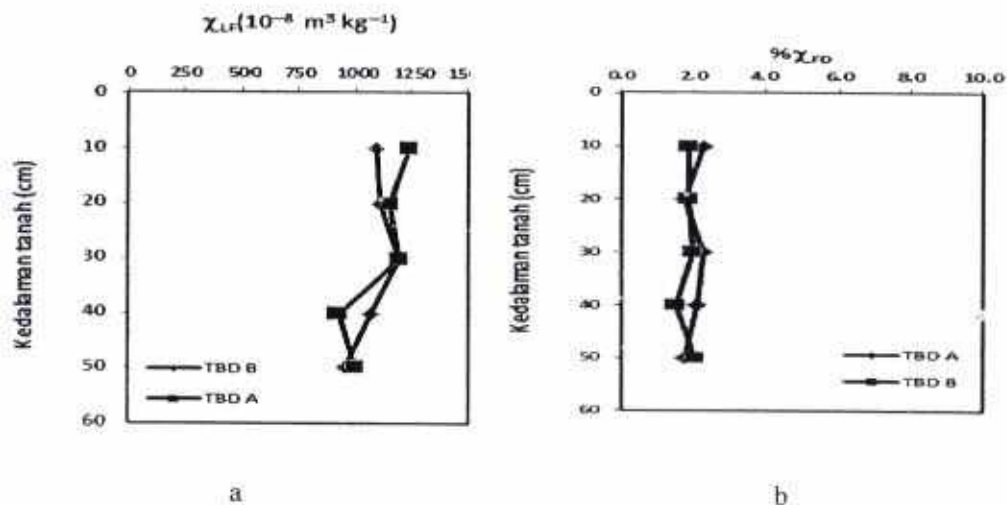
Metode Pengukuran

Sebagai tahap awal, dilakukan pengukuran suseptibilitas magnetik (massa, χ) de-

ngan menggunakan Bartington MS2 *susceptibility meter with MS2B dual frequency sensor* (Bartington Instrument Ltd., Oxford, United Kingdom). Alat ini bekerja pada dua frekuensi yaitu 470 Hz untuk suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{LF}) dan 4.7 kHz untuk suseptibilitas magnetik frekuensi tinggi (χ_{HF}). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan dua frekuensi yaitu *mass-specific low* dan *high frequencies magnetic susceptibility* (χ_{LF} dan χ_{HF}). Pengukuran ini dimaksudkan untuk menghasilkan *frequency dependent magnetic susceptibility*, χ_{FD} (%), yang didefinisikan : $100 \% \times (\chi_{LF} - \chi_{HF}) / \chi_{LF}$ (Dearing, 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada grafik suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{LF}) untuk sampel tanah yang belum dijadikan lahan pertanian pada Gambar 2.a, menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik untuk sampel tanah yang belum dijadikan lahan pertanian berkisar pada range $923.8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ s/d $1239.8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Untuk profil tanah sampel TBD A dan TBD B, nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{LF}) pada *top soils* lebih tinggi dari pada lapisan di bawahnya. Nilai suseptibilitas magnetik (χ_{LF}) berkurang dengan bertambahnya kedalaman lapisan horizon tanah.

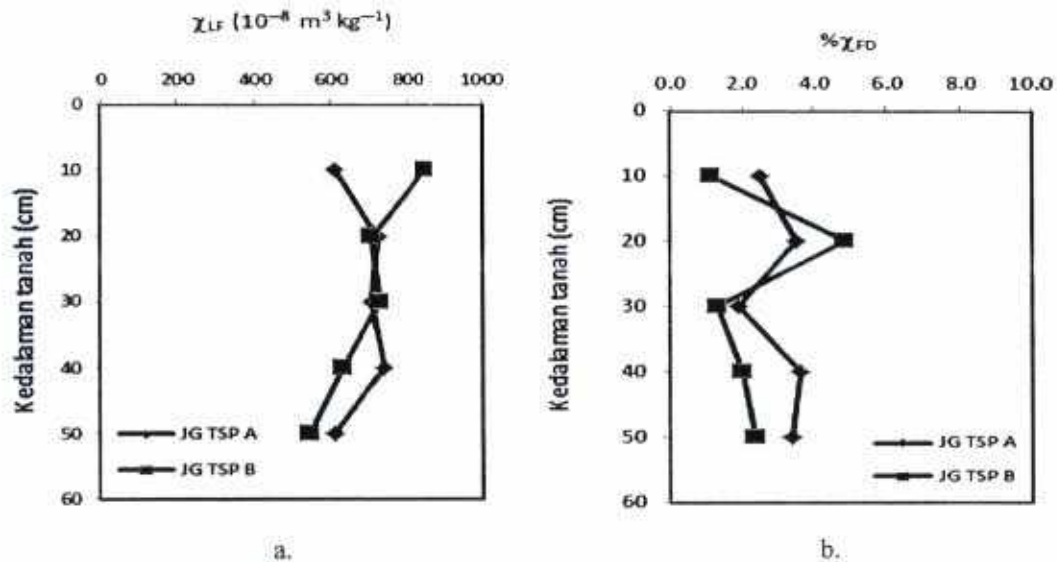


Gambar 2a. Suseptibilitas Magnetik Frekuensi Rendah (χ_{LF}) Sampel Tanah yang Belum Dijadikan Lahan Pertanian. b. *Frequency Dependent Magnetic Susceptibility*, χ_{FD} (%) Sampel Tanah yang Belum Dijadikan Lahan Pertanian

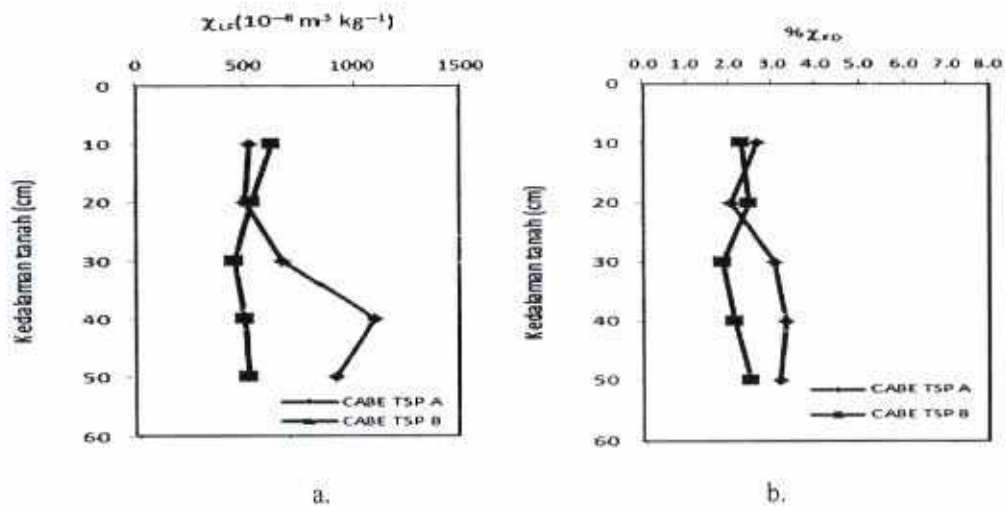
Untuk sampel tanah bekas lahan pertanian yang menggunakan pupuk kimia, nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{LF}) ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 3 dan Gambar 4. Nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{LF}) untuk sampel tanah bekas lahan jagung yaitu sampel JG TSP A dan JG TSP B berkisar pada range $546.6 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ s/d $848.9 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Sedangkan sampel tanah bekas lahan cabe yaitu sampel cabe TSP A dan

cabe TSP B, memiliki nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{LF}) pada range $459 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ s/d $1112.5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$.

Pada Gambar 2.b, terlihat bahwa nilai *frequency dependent magnetic susceptibility*, χ_{FD} (%) untuk sampel tanah yang belum dijadikan lahan pertanian berkisar pada range $\leq 2 \%$ untuk sampel TBD A dan $< 2\%$ untuk sampel TBD B.



Gambar 3. a. Suseptibilitas Magnetik Frekuensi Rendah (χ_{LF}) Sampel Tanah Bekas Lahan Jagung. b. *Frequency Dependent Magnetic Susceptibility*, χ_{FD} (%) pada Sampel Tanah Bekas Lahan Jagung.



Gambar 4a. Suseptibilitas Magnetik Frekuensi Rendah (χ_{LF}) pada Sampel Tanah Bekas Lahan Cabe. b. *Frequency Dependent Magnetic Susceptibility*, χ_{FD} (%) pada Tanah Bekas Lahan Cabe.

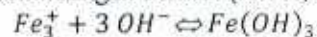
Gambar 3 dan 4 juga menunjukkan grafik *frequency dependent magnetic susceptibility*, χ_{FD} (%) untuk sampel tanah bekas lahan pertanian, yaitu sampel JG TSP dan cabe TSP. Untuk sampel JG TSP, nilai *frequency dependent magnetic susceptibility*, χ_{FD} (%) adalah $< 4.86\%$. Sedangkan untuk sampel cabe TSP,

nilai *frequency dependent magnetic susceptibility*, χ_{FD} (%) adalah $< 3.33\%$.

Nilai suseptibilitas magnetik pada sampel tanah yang belum dijadikan lahan pertanian cukup tinggi. Ini menunjukkan bahwa sampel tanah profil TBD A dan TBD B mengandung konsentrasi mineral magnetik yang cukup besar.

Nilai suseptibilitas magnetik pada sampel profil TBD A dan TBD B berkurang dengan bertambahnya kedalaman tanah. Berdasarkan data pada grafik gambar 2, 3 dan 4, terlihat bahwa adanya perubahan nilai suseptibilitas magnetik pada sampel profil tanah bekas lahan pertanian (JG TSP dan cabe TSP), yang mana nilai suseptibilitas magnetik pada sampel profil ini lebih rendah dibandingkan dengan profile tanah yang belum dijadikan lahan pertanian (TBD). Berkurangnya nilai suseptibilitas magnetik mengindikasikan berkurang konsentrasi mineral magnetik yang terdapat pada profil tanah bekas lahan pertanian yang menggunakan pupuk kimia berupa pupuk urea.

Pemakaian pupuk urea berpengaruh sangat nyata terhadap serapan fosfor dan nitrogen dalam tanah (Ayu, 2009). Menurut Ali Hanafiah (2012), tingginya penyerapan N (nitrogen) pada tanah mendorong terjadinya defisiensi Fe akibat meningkatnya laju pertumbuhan. Oleh sebab itu, kemungkinan itulah salah satu penyebab kenapa suseptibilitas magnetik pada tanah bekas lahan pertanian yang menggunakan pupuk urea menjadi berkurang. Selain itu, berkurangnya ketersediaan Fe dalam tanah akan mempengaruhi ketersediaan mineral magnetik dalam tanah. Karena ketersediaan Fe dalam tanah secara umum digambarkan oleh reaksi kesetimbangan berikut (Ali H, 2012):



Sampel tanah yang belum dijadikan lahan pertanian, yaitu sampel pada profil TBD A dan profil TBD B, didominasi oleh *frequency independent SSD* dan bulir *MD*. Karena nilai χ_{FD} (%) pada sampel tersebut < 3% (Dearing, 1996). Sampel tanah bekas lahan pertanian yaitu profil JG TSP dan profil cabe TSP juga didominasi oleh *frequency independent SSD* dan bulir *MD* berdasarkan nilai χ_{FD} (%) nya.

KESIMPULAN

1. Nilai suseptibilitas magnetik pada sampel tanah bekas lahan pertanian yang menggunakan pupuk kimia berupa pupuk urea lebih rendah dari pada nilai suseptibilitas magnetik pada sampel tanah yang belum dijadikan lahan pertanian.
2. Perubahan nilai suseptibilitas magnetik kemungkinan disebabkan karena terjadi defisiensi jumlah Fe dalam tanah akibat penyerapan nitrogen akibat pemakaian pupuk

urea. Berkurangnya jumlah Fe menyebabkan berkurangnya ketersediaan mineral magnetik dalam tanah.

3. Sampel tanah yang belum dijadikan lahan pertanian dan sampel tanah bekas lahan pertanian menggunakan pupuk kimia didominasi oleh *frequency independent SSD* dan bulir *MD*.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Ali H K. 2012. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT.Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Ayari F, Hamdi H, Jedidi N, Gharbi N, Kossai R. 2010. Heavy Metal Distribution in Soil and Plant in Municipal Solid Waste Compost Amended Plots. *Int. J. environ. Sci. Tech*, 7 (3): 465-472.
- Ayu L K. 2009. Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan Dolomit terhadap Perubahan pH tanah, Serapan N dan P serta Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea. Mays*) pada Ultisol. *Repository. USU.ac.id*.
- Bijaksana S. 2002. Analisa Mineral Magnetik dalam Analisa Lingkungan. *Jurnal Geofisika*, 1: 19-27.
- Dearing J.A, Bird P.M, Dann R.J.L. and Benjamin S.F. 1997. Secondary ferromagnetic minerals in Welsh soils: a comparison of mineral magnetic detection methods and implications for mineral formation. *Geophys. J. Int.*, 130: 727-736.
- Dearing J.A., Dann R.J.L., Hay K., Lees J.A., Loveland P.J., Maher B.A. dan O'Grady K. 1996. *Frequency-dependent susceptibility measurements of environmental materials*. *Geophysical Journal International*, 124: 228-240.
- Dekkers M.J., 1997. Environmental magnetism: an introduction. *Geol. Mijn.*, 76, 163-82.
- Isroi dan Yuliarti, N. 2009. *Kompos : Cara Mudah, Murah, & Cepat Menghasilkan Kompos*, Lily Publisher.
- Jordanova N.V, Jordanova D. V, Veneva L, Yorova K, Petrovsky, E. 2003. Magnetic Response of Soil and Vegetation to heavy metal pollution - A case study. *Environ. Sci. Technol*, 37: 4417-4424.
- Kapička A, Jordanova N, Petrovský E, Podrazský X. 2003. Magnetic study of weakly contaminated forest soils, *Water, Air and Soil Pollution*.

- Lu S. G, Xue Q. F, Zhu L, Yu J. Y. 2008. Mineral magnetic properties of a weathering sequence of soils derived from basalt in Eastern China. *Catena*, 73: 23-33.
- Lu S.G. 2000. Lithological factors affecting magnetic susceptibility of subtropical soils, Zhejiang Province, China. *Catena*. 40: 359-373.
- Luo, W., Dongsheng, L., Houyuan, L. 2000. Magnetic Susceptibility Properties of Polluted Soils. *Chinese Science Bulletin*, 45, No 18.
- Maher B.A., MengYu H., Roberts H.M. and Wintle A.G. 2003. Holocene loess accumulation and soil development at the western edge of the Chinese Loess Plateau: implications for magnetic proxies of paleorainfall. *Quat. Sci. Rev.*, 22: 445-451.
- Petrovský, E., Kapička, A., Jordanova, N., Borůvka, L. 2001. Magnetic Properties of alluvial soils contaminated with lead, zinc and Cadmium. *Journal of Applied Geophysics*, 48: 127-136.
- Quijano, L., Gaspar, L. 2011. Soil Magnetic Susceptibility and Surface Topographic Characteristics in Cultivated Soils. *Latinmag Letters*, Vol. 1, D10: 1-6.
- Ravendar, N dan Robert, F. 1998. Changes in Clay Mineralogy and Magnetic Susceptibility of Soils During Long-Term Farming at Four Contrasting Sites in South Australia. *Proceedings of the International Soil Science Society Congress*. Symposium No 16, Montpellier, France.
- Saifuddin, L. O., Haris, V., Putri, W., Bijaksana, S. 2011. A Preliminary Study of Magnetic Properties on Laterite Soils as Indicators.
- Sharma, A. P., Tripathi, B. D. 2007. Magnetic mapping of fly-ash pollution and heavy metals from soil samples around a point source in a dry tropical environment, *Environ Monit assess*, doi 10.1007/s10661-007-9788-x.
- Singer M.J., Verosub K.L., Fine P. and TenPas J. 1996. A conceptual model for the enhancement of magnetic susceptibility in soils. *Quat. Int.*, 34-36: 243-248.
- Spiteri, C., Kalinski, V., Rosler, W., Hoffmann, V., Appel, E. dan Magprox team. 2005. Magnetic Screening of a Pollution Hot-spot in the Lausitz Area, Eastern Germany: Correlation Analysis Between Magnetic Proxies an Heavy Metal Contamination in Soils. *Environ Geol*, 49: 1-9.
- Thompson R. and Oldfield F. 1986. *Environmental magnetism*. Allen and Unwin. London.
- Torrent J., Liu Q., Bloemendal J. and Barron V. 2007. Magnetic enhancement and iron oxides in the upper Luochuan Loess-paleosol sequence, Chinese Loess Plateau. *Soil Sci. Society of America.*, 71, No 5.
- Van Dam R.L., Harrison J.B.J., Hirschfeld D.A., Meglich T.M., Li Y. and North R.E. 2008. Mineralogy and magnetic properties of basaltic substrate soils: Kaho'olawe and Bog Island, Hawaii. *Soil Sci. Society of America.*, 72: 244-257.
- Zhang, C., Appel, E., Qiao, Q. 2012. Heavy Metal Pollution in Farmaland Irrigated with River Water Near a Steel Plant-Magnetic and Geochemical Signature. *Geophys. J. Int.* doi:10.1093/gji/ggs079.